

LE REBOISEMENT

DANS LES ALPES FRANÇAISES

THÈSE POUR LE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ
présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Grenoble

PAR

At. M. HARALAMB

Ingénieur forestier de l'État roumain



GRENOBLE
IMPRIMERIE ALLIER PÈRE ET FILS
26, cours Jean-Jaurès, 26

—
1931



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552210_0057

LE REBOISEMENT
DANS LES ALPES FRANÇAISES

LE REBOISEMENT

DANS LES ALPES FRANÇAISES

THÈSE POUR LE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Grenoble

PAR

At. M. HARALAMB

Ingénieur forestier de l'État roumain



GRENOBLE
IMPRIMERIE ALLIER PÈRE ET FILS
26, cours Jean-Jaurès, 26

—
1931

l'amabilité. Il ne m'est pas possible de mentionner tous ceux qui m'ont fait profiter de leurs observations personnelles. Des Conservateurs aux plus modestes fonctionnaires, tous m'ont considéré comme un des leurs; tous m'ont réservé un accueil dont la franchise cordiale demeure pour moi un souvenir précieux et impérissable.

Enfin, je reste conquis par l'Institut de Géographie alpine de Grenoble, qui m'a ouvert son laboratoire, ses collections, qui m'a guidé et encouragé tout au long de cette étude, sans vouloir retenir que je n'étais ni Français, ni géographe. Je voudrais savoir traduire le charme unique de cet Institut, où l'entraînement au travail est irrésistible et n'a d'égal que le dévouement joyeux et infatigable des professeurs.

Je n'ignore pas les insuffisances, les lacunes de ma thèse. Faute de temps, je n'ai pu qu'effleurer des questions importantes qui auraient mérité de plus longues recherches. Que mes maîtres en géographie, MM. Raoul Blanchard, directeur de l'Institut de Géographie alpine, M. Pardé et surtout J. Blache, professeurs, m'excusent de répondre par un travail si imparfait aux soins assidus qu'ils ont pris de moi. Ils savent que je leur garde, plus que je ne saurais l'exprimer, une profonde reconnaissance d'avoir ouvert devant mon esprit l'horizon géographique.

LE REBOISEMENT

DANS LES ALPES FRANÇAISES

CHAPITRE I

LES CAUSES DE DÉGRADATION DES MONTAGNES

Qui n'a déploré la brusque disparition de la forêt au bord de la déchirure béante des torrents, ou son absence trop fréquente sur les immenses croupes nues des régions méridionales ? Les visiteurs de passage se souviennent du cri d'alarme que les échos ont apporté par intermittence aux oreilles les moins averties : « Ne coupez plus les arbres, redonnez la montagne aux arbres. La forêt n'est pas seulement un précieux patrimoine national, mais elle protège les organisations humaines contre les risques terrifiants des inondations... » Chacun s'étonne que les pouvoirs publics n'aient pas encore fait jaillir du sol des arbres magnifiques et serrés, en une sombre écharpe déroulant ses plis onduleux de Nice à Evian. Incurie et lenteur administratives, ajoutent-ils.

Ces plaintes si fréquemment entendues seraient-elles justifiées ? La situation forestière actuelle des Alpes françaises n'est-elle pas encore ce qu'elle pourrait être ?

Etage forestier et étages déboisés.

Essayons d'examiner impartialement, avec l'appui des observations et des expériences faites dans ce domaine par des groupes variés de chercheurs avertis et compétents, les possibilités d'extension de la forêt alpestre et de déterminer quelles parties de l'immense surface, aujourd'hui vide, ont pu ou pourraient être boisées.

Il ne saurait être question d'étendre le manteau forestier du pied de la montagne aux plus hautes cimes; d'abord, parce que l'homme a des droits. Il lui faut d'importantes parcelles du sol cultivable pour assurer sa subsistance. Si la population est nombreuse dans les Alpes françaises, c'est que l'ampleur, la faible altitude des vallées principales offrent à l'agriculture un domaine considérable d'où les bois ont presque disparu et que personne ne songe à rendre à la forêt. Cependant, elle s'y développerait à l'aise !

Au delà, en remontant les pentes, les arbres reparaissent, bordant la limite supérieure des cultures; ils se multiplient, se pressent en rangs serrés: c'est la forêt qui s'empare du paysage, et encore plus haut, ceinture les hautes cimes sans pouvoir les atteindre. Epaisse, vigoureuse dans le bas, elle dresse ses fûts puissants, mais à mesure qu'elle gagne en altitude, les arbres sont plus clairsemés, leur forme devient tortueuse, leur croissance diminue, paraît lente et difficile. La forêt raréfiée cède la place à une autre forme de végétation : l'herbe des alpages, qui n'a que quelques mois pour se développer, entre la fusion de la dernière neige hivernale et l'apparition des neiges d'automne. Dans les Alpes françaises se dessine ainsi, pendant une courte période d'été, le ruban éphémère des vastes et beaux pâturages, entre la bande forestière et le paysage polaire des hautes cimes, désert de pierres, de neige et de glace.

Ainsi la forêt est arrêtée dans son ascension par l'obstacle

infranchissable des conditions climatiques. Implacablement fixée sur l'étage de la montagne que la nature lui assigne et au-dessous duquel la vie humaine lui interdit de descendre, elle ne peut même pas s'y développer à l'abri de tout danger : en effet, l'homme hardi ne se contente pas des vallées et des basses pentes, il ne craint pas de venir vivre plus haut, de trouver çà et là la forêt pour y fixer son habitation, pour installer ses champs, ses prairies, ses pâturages, après avoir détruit les bois. Dans les clairières, la vie du montagnard est plus rude, elle est encore possible. Son audace s'arrêtera seulement là où les rigueurs de la température, la durée de l'enneigement repoussent à la fois le végétal, le bétail, l'homme.

Des sommets enfin peuvent s'abattre sur la forêt mille fléaux naturels : avalanches, coulées d'éboulis, torrents rageurs, déclanchés par les caprices d'un climat exaspéré par l'altitude.

En résumé, la forêt de ces hautes montagnes humanisées que sont les Alpes françaises ne peut se développer aujourd'hui que dans un espace chichement mesuré, entre deux forces hostiles, deux menaces permanentes : l'homme en bas, les rigueurs du climat en haut.

Les terrains dégradés.

Examinons l'état actuel des blessures, leur emplacement, avant d'exposer les tentatives faites pour les guérir et les suggestions que nos observations personnelles nous autorisent à formuler.

Les plus graves semblent bien venir des forces de la nature et avant tout des torrents. Les surfaces déboisées dans la bande forestière sont le plus souvent liées aux phénomènes variés dus à l'écoulement des eaux sur les flancs de la montagne, beaucoup plus qu'aux avalanches ou aux coulées (cônes) d'éboulis.

Envisageons d'abord les cas extrêmes les plus simples : celui d'un bassin entièrement boisé, d'une part ; entièrement déboisé, d'autre part. Dans le premier, les eaux de pluies s'égouttent

lentement le long des pentes feutrées du bassin de réception avant de converger dans le thalweg qui les conduit à la vallée proche. Elles forment alors un ruisseau inoffensif sur lequel les plus fortes averses ne marqueront que des poussées sans grand danger; incapable d'arracher et de transporter des matériaux malgré sa pente, ce n'est pas un torrent.

Mais si la forêt a disparu accidentellement sur le trajet du cours d'eau examiné, si le sol dégarni est friable, avec une pente plus ou moins accentuée, la première pluie violente s'écoulera dans le bassin de réception avec une rapidité accrue par la raideur du versant. La force vive du ruisseau le rend capable d'arracher des matériaux à la montagne, de les transporter et de les déposer en bas, au bord de la vallée, en telle quantité qu'il est obligé de divaguer sur ses dépôts avant de gagner la rivière. Cette fois, c'est un torrent.

Ce tableau très simple ne rend malheureusement pas compte des conditions variées dans lesquelles se rencontrent les terrains dégradés. Le torrent peut naître au-dessus de la zone des forêts, et cette circonstance ajoute encore à sa force agressive. Installé sur les roches nues, il reçoit les eaux sauvages que la végétation absente n'arrête plus dans leur violence et il se gonfle dangereusement à chaque orage. Même fixé dans une roche dure impossible à entamer, il peut se charger des pierailles d'un éboulis qu'il côtoie, des produits de désagrégation des hautes cimes qui dominent son bassin. Avec quelle violence, ainsi armé, il s'enfoncerait plus bas dans un terrain affouillable ! Est-il nécessaire d'évoquer le danger qu'un pareil torrent fait courir à la partie de son lit installée en forêt : arbres des berges déracinés, entraînés avec des portions du sol, clairières envahies, champs et prairies dévastés ?

Les conditions du ravinement torrentiel.

Avant de localiser les torrents dans une région montagneuse, il faut connaître les causes de leur existence : fortes pentes,

roches tendres, absence ou pauvreté de la végétation; qualité de l'outil du travail torrentiel, l'eau, dont la force érosive est liée fidèlement au caractère du climat de la région et surtout du régime des pluies.

La pente. — C'est un fait bien connu que, plus la pente d'un versant est raide, plus la vitesse des eaux qui s'écoulent est grande, et par conséquent le travail de l'érosion intense. Nous emprunterons à la belle étude de M. J. Blache, *Volume montagneux et érosion fluviale*¹, si riche en suggestions variées, l'idée du rapport, à peine entrevu avant lui, entre la pente et l'importance de la masse montagneuse. La seule notion de pente n'explique pas les caractères variés de l'érosion. M. Blache a montré que le facteur principal qui commande le rythme de l'évolution de la montagne et même l'orienté dans des directions variables, c'est l'ampleur du relief saillant lui-même. Le travail d'aplanissement est plus rapide sur les massifs plus élevés que sur les montagnes moyennes. Chargés d'un « potentiel érosif » plus considérable, mieux alimentés en eau, les grands massifs arrivent à donner rapidement aux vallées de leurs torrents collecteurs dans lesquelles se concentre l'érosion, un profil en long profondément concave, c'est-à-dire présentant dans le bas des faibles pentes, tandis que ces pentes se redressent brutalement vers l'amont, dans une raideur concordant avec celle des hauts sommets. Ces thalwegs commandent donc à leur tour, comme intermédiaire, l'aménagement d'ensemble du relief sur toute sa superficie, et l'aplanissement rapide des parties inférieures explique justement la raideur extraordinaire des hautes pentes amont des thalwegs où l'érosion reste intense, même si l'alimentation en eau est plus faible, parce que le débit est compensé par la hauteur de la chute, tandis que dans les montagnes moyennes, les thalwegs plus courts s'approfon-

¹ J. Blache [10].

dissent plus lentement et réussissent mal à redresser leurs pentes en amont. Voilà donc comment la pente est bien le résultat de l'aménagement par l'érosion et non pas la cause initiale de cette érosion.

Dans les hautes chaînes des Alpes françaises, les altitudes considérables, le volume de la masse montagneuse suffisent donc à justifier les fortes pentes dressées au-dessus des profondes vallées intérieures et des régions voisines, et par suite, en dehors de tous les autres facteurs, la présence de nombreux torrents.

Les roches. — La nature des roches influe moins sur la torrentialité que leur dureté. Le torrent bondit sur le granit, et ses eaux restées limpides indiquent à peine l'emplacement de son lit; il laboure au contraire profondément de ses eaux troubles le flanc marneux et abandonne à l'aval les matériaux arrachés.

Les roches dures : granit, gneiss et micaschistes du Primaire, grès, quartzites du Trias, calcaires du Bathonien ou du Jurassique supérieur, enfin le fameux calcaire urgonien, presque immuables dans les montagnes moyennes sous nos climats, n'alimentent les alluvions torrentielles que si leur altitude exagère la rudesse de ce climat, et en particulier l'amplitude des variations de température. Il faut donc que la roche soit émietlée par un agent étranger au torrent, ici les dilatations et les contractions successives des parties superficielles par la désagrégation mécanique; alors seulement ses fragments roulant sur la pente seront transportés, soit en tombant directement au fond d'un thalweg, soit qu'un torrent s'installe en bordure ou au milieu de l'éboulis que les blocs désagrégés constituent provisoirement au bas du versant.

La résistance des roches dures est compromise, d'autre part, quand ces roches reposent sur une bande tendre de formation marneuse ou argileuse facilement attaquée par l'érosion qui provoque des éboulements massifs de l'étage supérieur, la for-

mation d'une falaise verticale en recul au-dessus d'un éboulis sans cesse avivé et qui fournit aux torrents des masses énormes de matériaux. Dans ce cas, les affleurements de roche dure, qui devraient, semble-t-il, cuirasser la montagne contre les effets de l'érosion, aboutissent, au point de vue torrentiel, à un résultat opposé un peu inattendu : la création des torrents les plus dangereux parce qu'ils sont incurables. Ce sont, pour les Alpes du Sud, les cas typiques du Bourdoux de Villeneuve, du Réal de Péone, dans les Alpes-Maritimes, enfoncés dans les marnes noires oxfordiennes ou le gypse, mais dont le bassin de réception est couronné par d'imposantes falaises de calcaires durs; de même dans le bassin du Petit Buech, etc...; pour les Alpes du Nord, le Manival en Grésivaudan, le torrent de Saint-Antoine à Bourg-d'Oisans, et combien d'autres.

Enfin, les roches dures intercalées en minces bancs parmi les roches tendres perdent en partie leur faculté de résistance au torrent. Saillant provisoirement entre les profondes déchirures que l'érosion inflige aux couches affouillables, elles cèdent à l'action des agents atmosphériques. C'est le cas du Berriasien et du Barrémien résistants qui alternent avec les formations plus molles du Néocomien. Leur déchaussement rapide les expose à la violence de l'érosion subaérienne, qui les transforme en éboulis alimentant à leur tour les alluvions des torrents.

Mais en général les torrents sont plutôt rares dans les formations résistantes. Deux branches d'un même torrent installées sur des formations différentes peuvent offrir un saisissant contraste dans leurs réactions à l'occasion d'une pluie d'orage. Le 23 juillet 1906, un violent orage sévissant sur Belle-Plinier donnait 63,5 mm. d'eau en deux heures à Fréjus et 32,3 mm. à Modane. Le torrent de la Grande Montagne, en amont de son confluent avec le ravin d'Arrondaz, donna beaucoup d'eau, mais pas de matériaux : on voit ici très nettement l'action de la nature géologique du sol constitué dans cette partie du bassin par des roches solides peu perméables. Au contraire, les ruisseaux

du Fréjus et d'Arrondaz, dont les bassins de réception se trouvent dans les schistes lustrés, eurent leurs versants énergiquement ravinés. A Arrondaz, en quittant la cuvette, le ruisseau se précipite à travers des gypses et des cargneules sur une pente de 38,7 %; l'affouillement fut énorme et une lave se forma qui emporta le pont Traversier sur la route de Modane au col du Fréjus².

Ainsi le domaine des torrents dangereux coïncide vraiment, dans les Alpes françaises, avec les affleurements de roches tendres de toutes natures, abondantes, extrêmement variées et qui apparaissent à toutes les altitudes. Du Sud au Nord de la chaîne, une carte des terrains dégradés et des torrents coïnciderait assez exactement avec leur emplacement sur la carte géologique.

Les roches tendres. — Ce sont tous les calcaires marneux ou intercalés en couches minces entre des lits marneux et qui appartiennent à tous les étages du Secondaire et du Tertiaire. Peu résistants, ravinés, ils facilitent le travail des torrents dans certaines parties du bassin du Drac ou du bassin de la Durance des Basses-Alpes par exemple. Puis les schistes noirs du Lias, qui se désagrègent en plaques minces, se décomposent en argile. Les versants liasiques sillonnés par les filets du ruissellement occupent de vastes espaces en bordure des massifs cristallins centraux, dans les synclinaux anciens de ces mêmes massifs, dans la région de Gap, Digne, où l'épaisseur de schiste peut atteindre 200 m.; enfin dans la partie Sud du Sillon alpin, où se ramifient le Drac, l'Ebron, la Bonne. « Vus de loin, le Trièves, « le Beaumont ont l'air de vastes étendues planes doucement « ondulées; de plus près, on voit le sol sauvagement défoncé de « ravins, déchiqueté en lanières d'où pendent des paquets de « foirages bleuâtres ou grisâtres, boue glaciaire, schistes dé- « composés, glissant à l'abîme³. » Dans d'autres régions, les

² P. Mougin [75], p. 1013.

³ R. Blanchard [41], p. 129.

schistes et cargneules du Trias, tous les schistes et grès schisteux du Flysch où sont taillés les grands bassins de réception des torrents intra-alpins offrent à l'érosion torrentielle des facilités analogues.

De même les autres formations tertiaires de l'Oligocène, du Miocène, du Pliocène, où se succèdent les roches les plus diverses : calcaires tendres, sables marneux avec des grès, marnes grises, ou conglomérats peu résistants, poudingues, grès sableux, sont pour les torrents une proie facile, mais s'étendent surtout dans les zones de faible altitude occupées par l'homme et ses cultures.

Mais les roches les plus exposées au ravage des eaux sont les « terres noires » et les gypses. Les terres noires, qui donnent aux Alpes du Sud une originalité sans réplique, se trouvent aussi éparpillées dans la partie Nord de la chaîne. Celles de Digne résultent de la décomposition des schistes friables du Lias supérieur ; celles de l'Embrunais, de l'Ubaye, de Barcelonnette, plus tendres encore que celles du Lias, appartiennent au Jurassique supérieur (Oxfordien). Enfin les marnes aptiennes, qui sont accumulées en couche de 200 m. d'épaisseur en Vaucluse, apparaissent encore par lambeaux en Dauphiné, en Savoie et méritent, elles aussi, le triste nom de « terres noires ».

« Ces terrains ébouleux, sous le climat sec, sont peu favorables à la végétation, surtout au développement des arbres ; ils sont ainsi livrés sans défense à une redoutable érosion torrentielle. Partout des ravins sombres entament la masse des marnes noires, faisant crouler des paquets couleur d'encre ; les entailles bleutées luisent de toutes parts, faisant craindre pour la solidité de la montagne. En bas, d'énormes cônes de déjections envahissent la vallée principale... étalant l'affligeant spectacle de leurs énormes pierrailles parcourues par un filet d'eau ⁴. »

⁴ R. Blanchard [41], p. 185.

Nous n'ajouterons rien ici au saisissant tableau que M. R. Blanchard a fixé.

Quant aux gypses du Trias intercalés dans les schistes lustrés, ils se révèlent en surface par de grandes traînées blanches sur les versants et sont le désespoir des forestiers. Cette roche, non seulement affouillable mais soluble, permet aux torrents de dissimuler traîtreusement dans leur thalweg d'énormes poches invisibles qui crèvent soudain à l'occasion d'une crue, répandant jusqu'aux vallées des coulées boueuses, avec des possibilités d'effondrements, d'éboulements qui changent parfois l'aventure en catastrophe. Que faire contre les gypses des torrents d'Envers, de Saint-Antoine en Maurienne, de Bragousse, du Réal de Péone ?

Bien entendu, la liste de ces terrains affouillables ne serait pas close sans un coup d'œil sur toutes les roches transportées, aussi sensibles que les terrains tendres cités plus haut à l'érosion torrentielle : éboulis d'origines variées, dépôts de ruissellement et dépôts glaciaires anciens ou récents. Toutes ces formes d'accumulation composées des fragments de la roche émietlée : blocs, pierrailles, graviers, sables, des plus gros aux plus fins, sont abondamment réparties dans toutes les Alpes, et les torrents y trouvent la plus grande partie de leurs alluvions.

La place la plus considérable est occupée par les dépôts morainiques, les boues glaciaires, témoins des anciennes glaciations, qui se dégradent avec une extrême facilité. Ces boues, souvent imbibées jusqu'à une grande profondeur par les pluies ou par les eaux provenant de la fonte des neiges, fluent lorsqu'elles ne sont pas retenues par la présence de la végétation. Les ravins qui les traversent s'approfondissent très rapidement et donnent naissance à des torrents qui transportent dans les vallées les matériaux détritiques provenant de l'écroulement de leurs berges. Tels sont les torrents de Vallauria, aux versants décorés par de curieuses processions de « demoiselles coiffées », ou les parties inférieures des torrents de Réallon, Bramafan, Rabiou, Couleau, dans les Basses-Alpes, qui se chargent de

matériaux au moment où ils traversent les terrains de transport; etc...

Les fragments de roches de toutes provenances accumulés dans les ravins et mélangés aux produits de décapage de la roche tendre particulière dans laquelle s'enfonce le thalweg forment, avec l'eau provenant des fortes averses, une masse fluide qui s'écoule comme de la lave avec une force d'affouillement énorme.

La variété de structure des Alpes françaises, la discontinuité des affleurements, le désordre tectonique plus marqué d'ailleurs dans le Sud, expliquent que les grands torrents présentent eux-mêmes sur leur parcours une extrême variété. Plus les organismes torrentiels sont vastes, plus les problèmes sont complexes en liaison étroite avec la nature des roches, l'allure des versants, et nécessitent des solutions appropriées, particulières à chaque section des thalwegs.

L'eau qui ruisselle sur les pentes et se concentre dans les thalwegs provient de la fusion des neiges et des glaciers et surtout des pluies; mais ce qui importe au point de vue torrentiel, c'est moins la quantité d'eau qui s'écoule annuellement par chaque torrent que son mode d'écoulement; le torrent ne mérite vraiment son nom que s'il est irrégulier, c'est-à-dire roule parfois des quantités d'eau énormes entre des périodes de maigres accentués ou même d'absolue sécheresse. L'activité de l'eau des torrents dépend donc beaucoup plus de l'irrégularité des pluies et de la violence de leur chute en un lieu que de leur quantité totale annuelle : des averses énormes, brutales, soudaines, déversent sur un point une tranche d'eau telle qu'elle ne peut être évacuée normalement par le torrent. Cette masse liquide, chargée d'un potentiel érosif formidable, ruisselle furieusement sur les versants, balaie les débris émiettés à la surface des roches mises alors à nu, les entraîne dans le thalweg, constituant avec eux ces terribles laves qui, pour certaines régions des Alpes, sont de redoutables fléaux. D'autres crues non laviques, et par

suite moins dangereuses, peuvent survenir ensuite avec les prochaines averses.

Entre le climat du Nord et celui du Sud des Alpes françaises, la différence essentielle réside dans la quantité des précipitations annuelles et leur répartition saisonnière : il pleut moins dans le Sud, et en général, les Alpes soumises au régime atlantique offrent un maximum d'été, le Sud méditerranéen un maximum de saison fraîche : printemps et automne ; l'été y est à peu près sec.

Ces contrastes se traduisent d'une façon saisissante dans la végétation, la couleur des paysages, mais beaucoup moins qu'on pourrait le croire dans la répartition des torrents, car si les pluies des Alpes du Sud sont partout violentes, expliquant l'existence des torrents dans tous les massifs, les Alpes du Nord reçoivent aussi — à certaines saisons du moins — des averses orageuses favorables aux torrents.

En Tarentaise, les crues provoquées par la fonte des neiges, au début de l'été, ne sont graves que si elles sont gonflées par des averses violentes. Le 18 mai 1902, une forte crue du torrent Morel accompagne de violentes pluies printanières (40 mm. le 17 mai et 54 mm. le 18 au village de Doucy) qui accéléraient la fonte des neiges des hautes régions. Une lave considérable enlève complètement le barrage établi au pied de l'éboulement de Doucy et fait saillie de 9 m. au-dessus du lit⁵.

Mais les plus terribles catastrophes, bien que très rares heureusement, surviennent avec les pluies d'automne. Ce même Morel, qui à l'étiage débite 0,075 mc. par seconde, 0,250 mc. en eaux ordinaires et 12 mc. en grandes eaux, roula 30 mc. par seconde les 8 et 9 décembre 1907 : un coup de vent chaud du Sud, accompagné d'une pluie tiède (23 mm. le 8 décembre à Doucy), avait amené une brusque fusion des neiges du haut⁶.

En Maurienne, la situation plus méridionale impose à la

⁵⁻⁶ P. Mongin 1751, p. 812 et 813.

vallée des tendances méditerranéennes, un maximum très accentué d'octobre qui donne des crues plus caractéristiques et plus puissantes que les pluies océaniques d'été. Le 25 septembre 1866, des pluies très abondantes avaient détrempé le terrain toute la nuit; les averses continuant, « il se produisit dans le torrent de l'Envers une lave considérable qui vint barrer l'Arc et la route impériale. Vers 9 heures du matin, la rivière, elle-même très grosse, ne trouvant plus d'écoulement, s'éleva jusqu'à 2 m. 82 au-dessus de la chaussée et forma un lac long de 2 km. qui s'étendait de Sollières à Termignon. Comme la route est établie à environ 3 m. 50 au-dessus de l'Arc, le barrage de boue avait donc une hauteur totale de 5 m. 30. Les flots emportèrent après une grande heure cet obstacle et un véritable mascaret descendit la vallée ⁷ ».

Dans l'ensemble, les crues des torrents de Maurienne surpassent en violence celles de Tarentaise, malgré la faible surface arrosée par chaque averse, le plus souvent très localisée; c'est qu'il faut songer à l'intervention de ces laves puissantes roulées par les torrents des chaînes frontières. Là encore, le rôle de l'eau de fonte provenant des neiges et des glaciers est sans comparaison avec celui des pluies d'orages isolés, et les débâcles les plus violentes et fréquentes sont le produit des deux facteurs quand ils jouent simultanément.

Mêmes phénomènes dans le bassin du Drac qui fait aussi transition entre le Nord et le Sud. Le climat méditerranéen se manifeste par la supériorité des pluies d'octobre et de mai amenées par vents du Sud et Sud-Est, sauf la Romanche, où les maxima sont en été. Abondants et fougueux, les torrents ont des crues rapides à cause de la pente et des roches tendres du Lias, et les plus typiques dans le Valbonnais, le Champsaur, le Valgaudemar, concordent assez souvent avec celles de la Drôme ou de la Durance.

⁷ P. Mougin [75], p. 994.

Dans l'énorme bassin de la Durance, qui englobe la majeure partie des Alpes du Sud, le nombre de jours de pluie est moindre que dans le Nord; par suite, les précipitations sont plus intenses et torrentielles. La neige doit à la latitude de ne plus apparaître au Sud de Mirabeau. En amont, elle arrive tard, fond tôt, et il en tombe trois fois moins que dans le bassin de l'Isère, si bien qu'en définitive les eaux de fonte influent peu sur les crues des torrents. La Durance et ses affluents connaissent des pénuries plus graves et des crues plus puissantes que celles de l'Isère, et leurs extrêmes variations sont le fait des pluies orageuses. A ces pluies généralement de saison fraîche s'ajoutent souvent, en amont du confluent du Buech, de violents orages d'été qui provoquent la formation de laves redoutables, d'autant que dans cette région « les montagnes atteignent presque 2500-3000 m., c'est-à-dire une limite supérieure de 500 à 1000 m. à celle du boisement, le seul remède efficace contre l'érosion torrentielle ⁸ ».

Ainsi dans les Alpes du Nord, sauf en Tarentaise, le régime des pluies atlantiques est modifié par des poussées de climat méditerranéen qui provoquent des averses violentes mais localisées. Les crues générales se manifestent rarement sur tous les torrents en même temps.

Au contraire, les averses dans les Alpes du Sud se déchaînent partout à la fois; bien qu'il ne tombe pas toujours une quantité d'eau considérable, cette eau qui ruisselle sur tous les versants parvient à gonfler dangereusement les grands torrents.

La différence de climat entre le Nord et le Sud des Alpes françaises agit encore sur la torrentialité par l'intermédiaire de la végétation.

Etat de la couverture végétale. — Le manque de couverture végétale livre le sol friable sans défense sérieuse aux ravages

⁸ Voir surtout M. Pardé [82], p. 442 à 542; 686-773.

de l'érosion. La forêt fixe les terrains sur les pentes, donc empêche la formation des torrents, à condition que ce soit possible et qu'elle soit en bon état, car des bois rabougris et clairsemés retiennent mal le sol auquel s'agrippent leurs racines assoiffées.

Les Alpes du Sud ont une végétation souvent plus maigre, plus rare que celle du Nord. Parce que plus sèches, certainement elles ont souffert davantage que dans le Nord d'une utilisation imprudente par l'homme.

Au Nord, sous un climat humide, les dégâts pourraient être facilement réparés; au Sud, la sécheresse rend le travail délicat, aléatoire. Les versants dégarnis sont la proie des torrents. A ce point de vue encore, les Alpes du Sud sont, dans l'ensemble, plus favorables aux torrents que les Alpes du Nord.

Nous avons passé rapidement en revue les quatre facteurs naturels de la torrentialité. Est-ce bien utile de faire remarquer que ces facteurs ne jouent pas dans tous les cas un rôle également important, qu'ils peuvent d'ailleurs agir et réagir les uns sur les autres, et que les régions où ils seront tous également actifs seront en même temps les plus torrenielles de la chaîne ? C'est la région de l'Arc, entre Bessans et La Chambre, de la Tarentaise entre Bourg-Saint-Maurice et Moûtiers, du Valgaudemar, du Champsaur, de l'Embrunais, de l'Ubaye.

Qu'on nous excuse d'avoir trop insisté sur ces notions bien connues de la torrentialité — trop insisté, penseront les forestiers, trop peu au contraire diront les géographes, les hydrologues qui ont étudié ces données dans toute leur ampleur. Il nous a paru nécessaire de les fournir ici : nous ne saurions, sans elles, préciser les limites du domaine à reboiser dans les Alpes françaises.

Action abusive de l'homme. — Comme nous l'avons fait prévoir au début de ce travail, à tous les facteurs d'ordre physique qui expliquent la présence des torrents, il faut ajouter un facteur humain : l'intervention abusive ou maladroite de l'homme,

qui croyait pouvoir disposer sans limite de la forêt ou des pâturages en montagne. Quelle est sa part exacte de responsabilité dans l'état de destruction actuelle des Alpes françaises ? On a tant écrit sur ce sujet que nous n'aurions garde d'ouvrir de nouveau la discussion, notre but étant tout autre. Nous nous contentons, pour finir, de l'opinion autorisée émise par M. Ph. Arbos à propos des Alpes du Sud : « La plus grande partie des Alpes méridionales étaient l'objet d'une exploitation à contresens : cultures étendues hors du domaine où elles pouvaient réussir, pâturages étendus hors de la zone qui aurait dû leur être réservée et, en outre, chargés de plus de bétail qu'ils n'en pouvaient admettre... Les pâturages souffraient de la surcharge et leur productivité diminuait. Les pluies torrentielles ravaquaient les terrains dont le sol était piétiné et l'herbe extirpée. L'extension des cultures accroissait les domaines privés de végétation naturelle, dont les terrains sont plus que les autres exposés à être emportés par les eaux. Sur les marnes et les schistes, les ravinements progressaient ⁹... »

⁹ Ph. Arbos [4], p. 38-39.

CHAPITRE II

LE DOMAINE A REBOISER DANS LES ALPES FRANÇAISES

1. Terrains dégradés.

L'existence des torrents ne date pas d'aujourd'hui ou d'hier, et par conséquent les dégâts provoqués par eux remontent à des temps reculés. De combien de plaintes sont remplies les archives de toutes les époques émanant de toutes les parties des Alpes françaises ? Que d'appels aux pouvoirs publics pour obtenir des secours contre les dommages causés par les eaux !

L'idée du reboisement est apparue vers 1840 comme un moyen de lutter contre les torrents, de les réduire à l'impuissance et de protéger ainsi les villages, les cultures, tout le travail et tout le patrimoine si chèrement gagné par le montagnard.

Il s'agira donc de s'attaquer aux blessures de la montagne qui fournissent les matériaux de transport aux torrents.

Comme chaque torrent en lui-même présente une individualité, suivant sa localisation, on peut supposer que les parcelles à reboiser dans son domaine varieront en nombre, en emplacement, en étendue, avec les conditions générales et spéciales qui le déterminent.

Si on prenait au hasard une carte du territoire occupé par le bassin d'alimentation d'une rivière de montagne, où se trouvent périmétrées les parties dégradées et indiquées pour le reboisement, on constaterait que ces surfaces n'englobent pas tout ce territoire. Elles sont semées, çà et là, tantôt comme une série de « mouchoirs » étalés sur un pré, tantôt comme des gaines enfermant prudemment chaque ramification affluente ; plus rarement elles englobent des surfaces massives, tout un versant ou un bassin de réception entier. Cette répartition n'est pas

l'effet du caprice de l'administration forestière : chaque tâche représente vraiment un danger « né et actuel ».

Bassins de réception. — Dans les *bassins de réception des torrents* ou de leurs affluents, on trouve des parcelles de terrains ayant des destinations différentes : cultures, prairies, pâturages, forêts. Les terrains de cultures et les prairies doivent être éliminés du domaine à reboiser : ce sont des surfaces en bon état, autrement elles ne pourraient servir à leur destination.

Les forêts, à leur tour, doivent être, dans leur plus grande partie, éliminées aussi. Dans les pâturages, au contraire, on trouve presque toujours des terrains dégradés, surtout quand ces pâturages sont voisins des agglomérations et occupés au printemps et en automne. Voici donc une première catégorie de parcelles offertes au reboisement : les parties dégradées des pâturages.

Berges. — Mais un torrent en activité a son lit instable, soumis continuellement à des effondrements de *ses berges*. Plus l'action érosive d'un torrent est avancée, plus large est la déchirure au flanc de la montagne, plus vastes seront ses berges. Une deuxième série de terrains proposés au reboisement est constituée par les berges vives des thalwegs. Qu'elle soit dans la zone des cultures, des forêts ou ailleurs, une blessure doit toujours être guérie.

Cônes d'éboulis. — Viennent ensuite les divers *cônes d'éboulis* qui peuvent, suivant leur situation, risquer d'être entraînés par les eaux de ruissellement ou par celles des torrents qui lèchent leurs bords. Ces cônes ne sont d'ailleurs liés au domaine des torrents que parce qu'ils représentent un amas de matériaux meubles susceptibles d'être profondément ravinés en peu de temps ou emportés avec brutalité par une crue.

Les versants menacés. — L'attention des forestiers est sollicitée, d'autre part, par *des versants* diversement exposés et



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. I-A. — Bassin de réception du torrent de Pontamafrey (Maurienne).



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. I-B. — Erosion dans les boues glaciaires du Riou-Bel (Albiez, Maurienne).

d'étendues variées qui, sans être soumis à un ravinement particulièrement intense, peuvent être menacés par des blocs tombant de falaises en surplomb, ce qui constitue un danger permanent pour les routes, voies ferrées, cultures, agglomérations humaines installées dans la zone. Là encore, il s'agit de protection nécessaire, et une fois de plus on fait appel à la forêt. On l'installe comme un large ourlet sombre à la base des falaises pour recevoir les pierrailles qui dégringolent d'en haut. De même on cherche parfois à réduire les dégâts provoqués par les avalanches en installant des bandes forestières analogues.

Les cônes de déjection actifs. — Enfin, *les cônes de déjection des torrents*, non utilisables par l'homme parce qu'ils sont trop hauts ou trop instables, peuvent être désignés pour le reboisement, mais ils comptent peu dans l'ensemble des périmètres.

Quelle peut être, dans nos Alpes françaises, l'étendue des surfaces que nous venons d'énumérer ?

Etendue dégradée dans les Alpes. — Jusqu'à ce jour, l'Administration des Eaux et Forêts, chargée de ce travail, a pu périmétrer au total 214.028 ha. de terrains dégradés, dont 44.727 ha. pour les Alpes humides, qui comprennent les départements de la Haute-Savoie, de la Savoie, de l'Isère, et dans les Hautes-Alpes, les périmètres du Drac supérieur, de la Séveraisse, de la Romanche supérieure. Dans les Alpes sèches, ce sont 169.301 ha. répartis dans les départements de la Drôme, de Vaucluse, des Alpes-Maritimes, des Basses-Alpes et des Hautes-Alpes, moins le domaine du Drac ¹⁰.

L'examen de ces chiffres met une fois de plus en relief le contraste climatique entre le Nord, mieux arrosé et moins raviné, et le Sud, sec et émietté par l'érosion.

Dans le Nord, la surface plutôt réduite des terrains périmé-

¹⁰ Nous avons adopté la limite classique entre les Alpes du Nord et celles du Sud : ligne qui passe par les cols de Rousset, de Lus-la-Croix-Haute, le col Bayard et celui du Lautaret.

trés est, de plus, étroitement localisée: ainsi la Haute-Savoie n'en possède que 2.358 ha., et les 8.644 ha. de la Savoie appartiennent à la Tarentaise, 1.854 ha., à la Maurienne, 6.042 ha., et 348 au petit ruisseau de Leysse. Le total des 13.419 ha. périmétrés pour l'Isère se répartit de la façon suivante : 487 ha. dans la cluse de Grenoble et le Grésivaudan en bordure du massif de la Chartreuse, 3.303 ha. dans le bassin de la Romanche, qui renferme en réalité 3.768 ha. si nous ajoutons les 465 ha. à restaurer dans la Romanche du département des Hautes-Alpes. Enfin, la plus forte proportion est représentée par les 31.264 ha. du bassin du Drac (9.622 ha. pour l'Isère et 19.848 ha. pour les Hautes-Alpes).

La surface périmétrée dans les Alpes sèches est de 169.301 ha., c'est-à-dire 79 % du total des Alpes françaises.

Dans les Basses-Alpes, avec 85.243 ha., elle occupe 15 % du département et plus de la moitié des étendues inventoriées pour l'ensemble des Alpes du Sud. Or, la localisation en est très suggestive : si 9.620 ha. sont répartis sur la rive droite de la Durance, dans le bassin du Jabron 3.901 ha., du Lauzon 1.488 ha., de la Largue 3.723 ha., du Coulon-Nesque 508 ha., la rive gauche l'emporte de beaucoup avec ses 75.623 ha. parsemés à toutes les altitudes. Toutes les rivières affluentes ont leur part : l'Ubaye 7.769 ha., le Verdon 25.096 ha., l'Asse 9.339 ha., le Vanson 3.212 ha., la Sasse 8.090 ha., la Blanche 2.773 ha., la Bléone 12.606 ha.; enfin le Var-Colomp arrive avec un bon rang et 6.739 ha.

Dans les Alpes-Maritimes, le bassin du Var englobe à lui seul 10.351 ha. du total qui atteint 19.792 ha.; la différence, soit 9.441 ha., se répartit entre la Tinée 4.249 ha., la Vésubie 762 ha., la Royat Bévéra 271 ha., le Paillon 2.246 ha., le Loup 172 ha. et l'Esteron 1.741 ha.

Dans la Drôme, les 22.167 ha. sont concentrés dans le Diois et les Baronnie.

La partie sèche des Hautes-Alpes partage ses 33.398 ha. entre la Durance et ses petits affluents, d'une part, avec 17.415 ha., et, d'autre part, les deux Buech avec 15.983 ha.

Dans le Vaucluse, les bassins de deux rivières seulement ont été périmétrés : la Sorgue pour 3.114 ha. et le Toulourenc 3.038 ha., au total 6.152 ha.

Tous ces chiffres n'ont été présentés qu'à titre d'indication sommaire. Tous les détails se trouveront rassemblés dans le tableau annexé à notre étude.

Mais ces chiffres ne doivent pas nous faire illusion, car ils ne représentent pas toutes les surfaces dégradées dans les Alpes; elles ne se bornent pas à 214.028 ha. C'est qu'en effet la loi (du 4 avril 1882) ne permet d'englober en principe dans les périmètres de « reboisement » que les terrains présentant « un danger né et actuel », c'est-à-dire les parcelles les plus dégradées, les plaies vives de la montagne; les surfaces moins profondément atteintes, moins directement exposées au danger, restent toujours en dehors du périmètre.

L'opération du périmétrage est en effet particulièrement délicate et épineuse. Contre l'intérêt général représenté par l'Administration forestière se dresse le rempart des intérêts particuliers, souvent mal entendus d'ailleurs. Que de temps et de patience il faut au forestier pour obtenir d'une commune, d'un propriétaire, le classement de la moindre surface, même rongée jusqu'à l'os, dans un périmètre ! Combien de formalités lentes et complexes, d'oppositions, d'enquêtes laborieuses, d'ajournements, avant d'aboutir à un projet de loi particulier à chaque périmètre ou groupe de périmètres présentés ensemble !

Devant tant d'obstacles accumulés, il est naturel que l'Administration se soit occupée d'abord des régions les plus menacées qui contiennent justement les torrents les plus dangereux.

Pour que les études se poursuivent, il faut du temps, de l'argent et du personnel, ou bien une brusque catastrophe, de nouveaux ravins qui s'ouvrent, des berges qui s'effondrent, emportées par des crues.

Mais ce n'est pas tout. Il ne faut pas croire que les terrains, une fois périmétrés, cessent de se dégrader : les travaux ne peuvent commencer aussitôt. L'Etat, qui engage toutes les dé-

penses pour la restauration des terrains compris dans les périmètres, n'entreprend pas sa tâche avant d'avoir la propriété des diverses parcelles. Même s'il le voulait, les propriétaires s'y refuseraient. Or, pour acquérir, il y a deux moyens : l'expropriation et l'achat à l'amiable. L'expropriation est irritante et coûteuse. Finalement on y a renoncé. L'achat à l'amiable ne peut se faire qu'avec le consentement de la population. Mais l'homme ne vend sa terre que s'il n'en peut vraiment plus rien tirer. Les années passent entre l'établissement du périmètre et l'acquisition des terrains, prélude des travaux de réfection.

Si on compare les chiffres représentant les surfaces périmétrées et celles qui ont été achetées dans les limites des périmètres, on peut constater un écart formidable et envisager tout ce qui reste à faire. Par exemple, dans le bassin de la Blanche (Basses-Alpes), où un décret de 1862 a permis de périmétrer 2.773 ha. depuis cette date jusqu'en 1930, on a réussi à acheter 1.598 ha., soit 59 % ! Les exemples de même nature fourmillent. Pour toutes les Alpes françaises, du total de 214.018 ha. périmétrés, depuis 70 ans qu'on travaille dans ce sens, on n'a pu acheter que 125.046 ha., soit 57 %. La différence de 88.982 ha. reste à acquérir.

On comprend facilement que, pendant ce temps, la dégradation des terrains menacés ait gagné en profondeur et en étendue.

D'autre part, à quoi bon les efforts pour la restauration des terrains même achetés si des surfaces voisines, mais en dehors du périmètre, continuent à se dégrader et menacent de propager le danger jusqu'au milieu des travaux en cours ?

Enfin, même dans les terrains achetés, la dégradation peut continuer son œuvre, car les travaux marchent lentement, la nature ne peut être forcée, ou bien même ces travaux peuvent tarder, faute d'argent, de personnel technique et d'ouvriers ; enfin l'homme hésite parfois à risquer son travail dans des entreprises impossibles.

Quant aux vastes espaces vides des grandes altitudes, glaciers, sommets escarpés, rochers nus, qui ne menacent pas di-

rectement la sécurité de l'homme ou de ses établissements, ils n'ont aucun rapport avec les chiffres que nous avons étudiés, ni avec les périmètres.

Aucune illusion ! Les terrains dégradés dans les Alpes françaises sont beaucoup plus étendus que ceux dont s'occupe actuellement l'Administration des Eaux et Forêts.

2. Terrains stables.

Terrains abandonnés. — Mais, d'autre part, les travaux des forestiers débordent aujourd'hui les limites étroites des périmètres dans une catégorie de parcelles toutes différentes et très souvent étrangères au domaine des torrents.

Il s'agit des terrains abandonnés ou vagues qui sont passés sans trop de difficultés sous la tutelle de l'Administration à la faveur d'une évolution normale de la vie économique de la montagne.

En effet, l'augmentation générale de la population en France, jusqu'au milieu du xix^e siècle, s'est traduite dans les Alpes par un excédent de bouches à nourrir que les ressources normales n'ont plus suffi à ravitailler. Les premiers remèdes qu'on songea à employer n'eurent pas d'heureux résultats. Les pâturages surchargés s'appauvrirent continuellement sans parvenir à nourrir le bétail trop nombreux ; les hommes essaient d'étendre leurs cultures sur des sols médiocres, difficiles d'accès, souvent trop haut perchés et soumis à une température trop rude, pour obtenir une récolte douteuse. L'insuffisance du rendement finit par rebuter les meilleures volontés. A la suite de ces tentatives malheureuses, les montagnards sentirent la dure nécessité d'émigrer. Il fallut partir, chercher au dehors, dans des pays moins rudes, des moyens d'existence, afin que ceux qui restèrent puissent continuer à vivre. Ainsi la dépopulation rétablit d'un coup l'équilibre entre les ressources réelles mais limitées des Alpes et les besoins des usagers. Accrue par la guerre, cette dépopulation a eu pour premier effet l'abandon inévitable des

parcelles trop éloignées de la maison. La main-d'œuvre raréfiée concentrera ses efforts dans les exploitations les plus faciles, les plus proches. Au même moment, l'évolution économique générale qui s'est manifestée en France au point de vue agricole à la suite des progrès de la science apprend aux agriculteurs une exploitation rationnelle de leurs terres. Le montagnard ne perdra plus son temps et sa peine à demander inutilement à son sol ce que les voies de communications multipliées lui permettent d'acheter en bas. C'est alors qu'il cédera volontiers à l'Administration des Forêts les surfaces qu'il a péniblement arrachées à la forêt, à l'alpage, mais dont il ne sait que faire maintenant.

C'est ainsi qu'en examinant le tableau de la situation des périmètres dans les Alpes, on découvre, à côté de terrains acquis par l'Administration des Eaux et Forêts, dans les limites des périmètres, des surfaces parfois considérables achetées à l'amiable aux montagnards hors des périmètres.

Et cela ne signifie pas que l'Etat a réussi à se rendre au préalable propriétaire du périmètre tout entier.

Ces surfaces pourront compléter un peu partout les périmètres si étroitement constitués et permettre de leur donner plus d'ampleur, des contours plus réguliers en fondant des enclaves minuscules dans un bloc massif plus facile à surveiller, à gérer, et plus tard à exploiter. Dans les Alpes du Nord, on a pu, par ce moyen nouveau, acheter 7.466 ha., dans les Alpes du Sud 58.398 ha. répartis de la façon suivante :

Surfaces acquises en dehors des périmètres.

<i>Alpes du Nord.</i>		<i>Alpes du Sud.</i>	
Haute-Savoie	1.833 ha.	Drôme	13.828 ha.
Savoie	1.031	Basses-Alpes	26.169
Isère	3.610	Alpes-Maritimes	8.985
Hautes-Alpes	992	Hautes-Alpes	8.959
		Vaucluse	457
Total.....	7.466 ha.	Total.....	58.398 ha.

Encore une fois, ces chiffres traduisent la pauvreté et la difficulté d'exploitation des Alpes du Sud par rapport au Nord, plus favorisé, et c'est le département des Basses-Alpes qui possède le misérable privilège d'arriver en tête; si nous constatons, d'autre part, que l'étendue de ses périmètres achetés ou non est de 85.243 ha., c'est par un total de 111.412 ha. que se chiffre aujourd'hui pour ce département la portion du sol à peu près improductif dans la zone réservée à l'homme. Des communes entières ont disparu dans la débâcle : Bédéjun et Creisset, dont le territoire abandonné passe aux mains de l'Administration. D'autres les suivront dans leur course au néant : Courbons, par exemple, ou Entrages, qui s'est vu amputée successivement de ses hameaux : Chabrière, Courtier, Dourbette. Dans les Hautes-Alpes, c'est Moulins, sur la vallée de la Séveraissette.

Ce mouvement de cession à l'amiable, si opposé à la défiance et à l'hostilité signalées plus haut chez les paysans à propos de la constitution des périmètres, a fini par entraîner un certain nombre de communes à céder gratuitement des terrains menacés par les torrents et dont la dégradation croissante est un danger permanent pour les routes et les villages, cela même si les surfaces indiquées ne faisaient pas partie des périmètres constitués. A la Conservation des Eaux et Forêts à Digne (Basses-Alpes), il a fallu installer un service spécial d'acquisition, et il n'est pas sans travail.

Pour finir, où en sommes-nous aujourd'hui à propos de ces terrains à restaurer ou à reboiser dans les Alpes françaises ? Seuls peuvent nous intéresser particulièrement ceux qui sont achetés aujourd'hui soit dans les périmètres, soit en dehors, puisque nous ne pouvons travailler comme nous voulons que sur ceux-là. Cette surface globale est, en 1930, de 190.910 ha., dont 39.383 ha. pour le Nord et 151.527 ha. pour le Sud.

Que faut-il en faire ? Boiser partout où la forêt pourra se développer. Dans ces 190.910 ha., le reboiseur trouvera en abondance des surfaces infertiles, escarpées ou dégradées dans lesquelles la constitution et le maintien de la forêt s'imposent.

Mais il gagne aussi, avec certains terrains abandonnés, des sols plus favorables qui porteront les plus belles forêts de son domaine. Alors s'imposera — peut-être — pour lui une idée nouvelle : c'est que la forêt n'est pas seulement la meilleure protection contre les dégradations de la montagne ; elle représente en elle-même une valeur qui s'accroît comme toute fortune bien gérée ; elle doit constituer, avec les pâturages et la houille blanche, l'essentiel de l'économie alpestre moderne.

CHAPITRE III

LA LÉGISLATION

Nécessité d'une législation. — Une fois connues les causes de dégradation et l'emplacement des domaines à reboiser, il ne reste, semble-t-il, qu'à se mettre à l'ouvrage. Là, nous touchons un point épineux de notre question : s'ingérer dans la propriété d'un particulier. L'Etat ne possédait qu'une part infime de la surface montagneuse, partie généralement couverte de forêts bien surveillées et en bon état; il n'était pas en cause. Les terrains en péril appartiennent soit à des particuliers, soit surtout aux communes qui, au cours du dernier siècle, ont multiplié leurs plaintes à la suite de dégâts répétés et des dommages provoqués par des inondations. Que devait faire l'Administration ? Indiquer aux particuliers comment il faut reboiser et lutter contre les torrents ? Les obliger à se plier à ces rudes travaux ? Impossible pour mille raisons, dont la première est que ces travaux, nous le verrons, ne peuvent être préparés et effectués que par des techniciens, et ils réclament non seulement de la compétence, mais à la fois beaucoup de temps et beaucoup d'argent.

Dans quelles conditions l'Etat, soucieux d'assurer la protection de la montagne et des régions voisines, pouvait-il agir sur des propriétés particulières ? Nous ne le saurons qu'après avoir pris connaissance des dispositions essentielles précisées par les lois votées à cet effet et fixant les rapports de l'Administration et des propriétaires du domaine à restaurer.

I. La loi de 1860. — A l'occasion de chaque grande crue, les pouvoirs publics, excités par l'opinion autant que par la nécessité impérieuse d'agir, élaborèrent avant 1860 un certain nom-

bre de projets qui n'ont pas réussi à voir le jour. Mais les crues désastreuses de juin 1856, étendues presque simultanément sur les bassins du Rhin, de la Loire, du Rhône, de la Garonne et de la Seine, et dépassant en violence celles des années précédentes, ont déterminé le Parlement à voter la loi de 1860 « sur le reboisement des montagnes ».

Cette première loi cherchait à stimuler l'initiative individuelle pour le reboisement en accordant des subventions soit en nature : graines, plants, soit en argent versé après l'exécution des travaux. « A défaut de cette initiative, la loi prévoyait des mesures coercitives consistant dans l'établissement des périmètres de reboisement ¹¹ et dans l'exécution obligatoire des travaux sur les terrains faisant partie de ces périmètres... » L'Administration appréciait souverainement quels sont les terrains qui doivent être compris dans chaque périmètre « d'après l'état du sol et les dangers qui en résultent pour les terrains inférieurs ¹² ». Au refus du propriétaire d'exécuter les travaux prévus, l'Administration se substituait à lui pour assumer cette tâche nécessaire. Une fois achevés le reboisement et les ouvrages complémentaires, les propriétaires pouvaient reprendre leurs terrains s'ils remboursaient le prix des travaux « en principal et intérêt ». Ils avaient même la possibilité de s'exonérer de ce remboursement en abandonnant à l'Etat une moitié du fond reboisé.

Pendant l'application de cette loi, le reboisement exécuté par l'Etat a pris dans la montagne une grande et rapide extension. C'est à elle qu'on doit attribuer presque tous les beaux reboisements qui se trouvent aujourd'hui dans les Alpes françaises. Installés sur de vastes surfaces, les arbres atteignent aujourd'hui un magnifique développement.

¹¹ On appelle périmètre la totalité ou une fraction du bassin d'une rivière sur laquelle il faut — d'après la loi — exécuter les travaux obligatoires de reboisement. Chaque périmètre ou un groupe de périmètres font l'objet d'une loi particulière (voir la loi de 1882). Les terrains d'un périmètre peuvent s'étendre sur le territoire de plusieurs communes. Les surfaces périmétrées d'une commune constituent ce qu'on appelle une série.

¹² Ch. Guyot [43], p. 114.

Comme nous le voyons, la loi n'envisageait qu'une solution au problème complexe de la montagne : seulement le reboisement. Mais ni la population montagnarde, ni les communes ne pouvaient accepter de bon gré l'abandon d'une partie de leur domaine pastoral entraînant la diminution inévitable des troupeaux qui constituaient le plus clair de leurs revenus, et cela sans compensation immédiate. Il est bien difficile, en effet, de sacrifier son intérêt particulier proche à l'intérêt général même le plus réel.

II. La loi de 1864. — Aussi cette loi a été remplacée, en 1864, par une autre « sur le gazonnement des montagnes ». A côté des périmètres de reboisement, cette loi permit la constitution de périmètres de gazonnement dans les terrains où le gazonnement pouvait paraître suffisant pour la consolidation du sol. Au surplus, toutes les dispositions de la loi de 1860 étaient applicables au gazonnement, sauf que les propriétaires pouvaient rentrer en possession de leurs terrains en abandonnant le quart seulement, au lieu de la moitié, du sol sur lequel les travaux avaient été exécutés ¹³. D'autres mesures de protection, de réglementation complétaient cette loi.

La loi de 1864 ne pouvait donner de résultats; le gazon se révélait souvent inefficace pour la fixation des terrains en mouvement ou fortement dégradés dont la conservation touche à l'intérêt public.

D'autre part, son défaut capital, comme celui de la première loi de 1860, consistait dans la mainmise par l'Etat sans indemnité sur les terrains communaux. L'abandon n'était que temporaire, mais les conditions faites pour la reprise de possession très onéreuses et peu équitables.

III. Critique de ces deux lois. — Des motifs mieux fondés que

¹³ Ch. Guyot [43], p. 116.

cette répulsion irraisonnée de la population pouvaient faire critiquer les lois d'essai — qualifiées ainsi par leurs auteurs — de 1860 et de 1864. D'abord les communes auxquelles appartenent presque tous les terrains de la haute montagne pouvaient à bon droit se trouver spoliées par cette occupation qui n'était autre chose qu'une expropriation déguisée, sans l'indemnité juste et préalable qui doit accompagner toute expropriation pour cause d'utilité publique. C'est par une fausse analogie entre les terrains en montagne et les dunes que l'on faisait entrevoir aux communes la possibilité d'éteindre leur dette au moyen du revenu du sol reboisé; il est certain qu'à cause du jeu des intérêts et eu égard aux dépenses importantes nécessitées par le reboisement, la balance n'eût jamais pu être obtenue et que l'occupation risquait de se prolonger indéfiniment. C'est donc à juste titre que les communes réclamaient le bénéfice du droit commun et une réforme en ce sens des lois de 1860 et de 1864.

D'autre part, pour les terrains appartenant aux particuliers qui avaient été l'objet d'une expropriation — mais celle-ci dans les conditions du droit commun, avec une indemnité juste et préalable — l'Administration faisait remarquer avec raison combien imprudente et dangereuse serait la réintégration si elle était demandée pendant le délai imparti à dater de l'exécution des travaux. La nouvelle forêt créée par le reboisement risquait d'être détruite par l'incurie ou la malveillance, et alors tout serait à recommencer, tandis que l'intérêt public envisageait des garanties contre une pareille éventualité. Ici encore, l'application pure et simple de la loi de 1841 sur l'expropriation s'imposait absolument ¹⁴.

IV. La loi de 1882 ¹⁵. — Une réforme de ces lois devenait in-

¹⁴ Ch. Guyot [43], p. 117.

¹⁵ Voir H. Bourdeaux [42], p. 131-140.

dispensable. Après de nombreuses tergiversations, on est arrivé à la loi du 4 avril 1882 « sur la restauration et la conservation des terrains en montagne », complétée par un décret d'application du 11 juillet 1882.

1. a) *Travaux obligatoires exécutés par l'Etat.* — Elle reconnaît le caractère d'utilité publique aux travaux de restauration « rendus nécessaires par la dégradation du sol et les dangers nés et actuels » (art. 2). Désormais, les travaux obligatoires — déclarés d'utilité publique par une loi — devaient être étendus seulement sur les terrains où la dégradation présentait un danger « né et actuel », c'est-à-dire les parcelles de la montagne les plus dégradées : les berges des torrents, les plaies vives, « les lèvres de la blessure ouverte au flanc de la montagne ».

Cette fois, c'est l'Administration qui doit exécuter tous les travaux dans les périmètres ainsi constitués, par ses soins et aux frais de l'Etat, après qu'il a acquis, soit à l'amiable, soit par expropriation, les terrains reconnus nécessaires.

b) *Travaux obligatoires exécutés par les propriétaires mêmes.* — Les mêmes travaux — obligatoires — dans un périmètre déclaré d'utilité publique peuvent être exécutés par leurs propriétaires sans expropriation « s'ils parviennent à s'entendre avec l'Etat avant le jugement d'expropriation et s'ils s'engagent à exécuter — dans le délai à eux imparti, avec ou sans indemnités, aux clauses et conditions stipulées entre eux — les travaux de restauration qui leur seront indiqués et à pourvoir à leur entretien sous le contrôle et la surveillance de l'Administration forestière » (art. 4). Ce sont des possibilités envisagées par le législateur qui sans doute ne se fait pas une idée exacte du temps réclamé par l'exécution de ce travail et des dépenses qu'il entraîne. Cette charge, finalement, ne peut être supportée que par l'Etat. A ma connaissance, aucun propriétaire n'a accepté une combinaison de telle nature.

c) *Révision des périmètres constitués en 1860 et 1864.* — Les lois de 1860 et de 1864 ne contenaient pas la clause du danger né et actuel, et par conséquent permettaient de constituer des périmètres beaucoup plus étendus que ceux de la loi de 1882. Cette dernière ne se contentait pas de restreindre les périmètres nouveaux aux terrains en péril, elle prévoyait aussi la révision et la réduction des anciens périmètres (art. 16). C'est ainsi que du total de 140.000 ha. de terrains déclarés, avant 1882, d'utilité publique, on a gardé dans les nouveaux périmètres seulement 70.000 ha. comme terrains présentant le danger né et actuel; 21.000 ha. boisés ont été rétrocédés à leurs propriétaires, mais soumis au régime forestier; le reste, soit 42.000 ha., dont 35.000 ha. communaux et 7.000 ha. particuliers, fut définitivement abandonné à la libre jouissance et considéré comme perdu pour la restauration des montagnes ¹⁶.

2. *Travaux facultatifs.* — La loi tient compte aussi de la possibilité de l'initiative individuelle, mais cette initiative est repoussée au dernier plan, tandis que, dans les deux premières lois, elle tenait une grande place constituant l'économie même de ces lois. Toutefois, celle de 1882 prévoit des subventions « aux communes, aux associations pastorales, aux fruitières, aux établissements publics et aux particuliers, en raison des travaux entrepris par eux pour l'amélioration, la consolidation du sol et la mise en valeur des pâturages dans les terrains de montagne, en dehors des périmètres établis en vertu des dispositions qui précèdent (art. 5), sans y être obligés par une déclaration d'utilité publique ». Cette sorte de travaux a été désignée sous le nom de travaux facultatifs.

Les subventions consistent soit en délivrance de graines ou de plants, soit en argent, soit en travaux. L'Etat ne prétend pas que les particuliers, individus ou collectivités, exécutent avec

¹⁶ Ch. Guyot [43], p. 122.

ses subventions seulement des reboisements ou gazonnements. Pour que les subventions soient accordées, elles doivent être employées pour des travaux de consolidation et d'amélioration du sol en montagne et sans qu'il soit indispensable que ce sol présente un danger né et actuel. Tous ces travaux facultatifs peuvent donc s'exécuter dans tous les pays, qu'il existe ou non des périmètres de restauration, et même là où les périmètres ne seront jamais nécessaires.

L'appel fait par les deux premières lois à l'initiative individuelle n'avait trouvé qu'un faible écho chez les gens de la montagne. L'expérience avortée prouvait qu'en définitive il valait mieux ne pas compter sur eux pour atteindre le but de la loi, et cela s'explique : les communes sont généralement pauvres et ne possèdent pas assez d'argent disponible pour l'exécution coûteuse et l'entretien des travaux de restauration ; la situation financière des particuliers est encore plus précaire. Les seuls travaux entrepris par les uns ou les autres ont été du reboisement ou des améliorations pastorales. Encore n'ont-ils jamais été entrepris dans le but d'assurer une consolidation de la montagne. Dans la plupart des cas, les intéressés ont simplement profité d'une bonne occasion de mettre en rapport sans grands frais des parcelles souvent abandonnées, depuis longtemps improductives et qui pourraient, une fois boisées ou améliorées, rapporter quelque revenu.

Que le législateur de 1882 ait eu raison de refouler cette initiative individuelle, on peut s'en rendre compte d'après les chiffres suivants ¹⁷ : depuis 1860 jusqu'au 1^{er} janvier 1909, l'Etat a acheté 147.568 ha., dont 89.489 ha. ont été reboisés, 42.515 ha. restaient à reboiser et 15.564 ha. non susceptibles de reboisement. En même temps, en vertu de l'article 5 (loi de 1882, travaux facultatifs) et au moyen des subventions de l'Etat, des départements, des associations, les communes ont boisé 16.831 ha. et les parti-

¹⁷ Voir [70], p. 208-209 et 211-212.

culiers 4.279 ha., soit 9 % et 2,5 % du total des terrains. C'est à ces faibles chiffres que se réduisait l'initiative individuelle.

3. *Mesures préventives.* — Comme la loi du 4 avril 1882 ne permet que la constitution de périmètres « excessivement restreints » où devaient être exécutés les travaux obligatoires de restauration, et comme des reboisements facultatifs il n'y avait pas grand'chose à attendre, le législateur a élargi le cadre de la loi. Outre les travaux de restauration, qui ont toujours comme but le reboisement — bien que la loi de 1882 ne le précise pas — on envisage des mesures préventives s'appliquant à des zones situées en dehors des périmètres ci-dessus signalés. C'est en vain qu'on travaillerait dans les périmètres si des terrains voisins devenus dangereux pouvaient, d'un moment à l'autre, mettre en péril les résultats péniblement acquis. Ces mesures préventives constituent vraiment l'originalité de la loi du 4 avril 1882. Elles consistent (art. 7-15) :

Premièrement, dans la « mise en défense » des terrains et pâturages en montagne appartenant aux communes, aux établissements publics et aux particuliers, toutes les fois que l'état de dégradation du sol ne paraîtra pas encore assez avancé pour nécessiter des travaux de restauration;

Deuxièmement, dans la réglementation des pâturages communaux, mais seulement sur le territoire des communes où se trouve constitué un périmètre de restauration.

a) *Mise en défense* (art. 7-11). — La mise en défense, qui ne demande pas la clause du danger né et actuel, est une « suspension temporaire du droit d'usage et de jouissance, le propriétaire ne conservant que le droit de disposition de son immeuble ¹⁸ ». Toutes les fois où cette suspension est à envisager — sa durée ne peut dépasser dix ans — les propriétaires doivent

¹⁸ Ch. Guyot [43], p. 176.

être indemnisés pour la privation de la jouissance. Pendant ce temps, l'Administration peut faire exécuter des travaux de consolidation sans changer la « nature » des terrains mis en défense.

b) *Réglementation des pâturages communaux* (art. 12-15). — La réglementation des pâturages communaux est la deuxième mesure préventive prise par la loi de 1882 en vue de la *conservation* des terrains en montagne. Elle consiste dans l'obligation des communes — sur le territoire desquelles aurait été constitué un périmètre de restauration [obligatoire] ou seulement de mise en défense établi par des lois ou des décrets — de soumettre les terrains communaux pâturés à une réglementation.

En un mot, l'essentiel de cette disposition réside dans le fait de la limitation du nombre des têtes de bétail qui ne doit pas dépasser la possibilité de nourriture de la surface à pâturer.

Les communes n'ont pas droit à une indemnité, parce qu'il ne s'agit pas d'une privation de jouissance — puisqu'elles conservent le droit « d'user, mais *avec modération*, de leurs immeubles... dans les limites de la possibilité. La commune réglementée ne peut donc prétendre qu'il lui est causé un préjudice ¹⁹ », car la « possibilité » est la condition légale de la jouissance. Pourtant, par une large interprétation de l'article 5 de la loi de 1882, on pouvait lui accorder des subventions.

Quant aux pâturages particuliers, le législateur a jugé inutile de s'en occuper « parce que ceux de la haute montagne sont presque partout des propriétés communales. Ensuite, tandis que l'intérêt personnel des particuliers garantit le bon entretien de leurs pâturages, ceux des communaux sont infiniment plus exposés, chacun s'efforçant d'en tirer le plus de profit possible, sans se soucier du tort fait à la communauté et aux générations futures ²⁰ ».

¹⁹⁻²⁰ Ch. Guyot [43], p. 189 et 184.

4. *L'ensemble de la loi de 1882 et son application.* — Nous pouvons donc nous rendre compte de ce que le législateur du 4 avril 1882 a pu envisager : un système constitué par « les périmètres de restauration de médiocre étendue, dans lesquels l'Etat est maître absolu; tout autour, une zone de protection formée par les périmètres de mise en défense; enfin, au-dessus, les pâturages réglementés dans le cas très fréquent où ces pâturages appartiennent aux communes ²¹ ».

Mais les mesures prévues par la loi n'ont été de longtemps appliquées dans leur intégralité. L'Administration n'a pas jugé opportun de bénéficier de possibilités données par la loi. D'abord parce qu'elle aurait eu à supporter des difficultés de la part de la population qui n'aurait pas accepté de bon gré la restriction de sa jouissance et la diminution du bétail à envoyer dans les pâturages. Puis, parce que la mise en défense aurait demandé le versement de trop d'indemnités sans bénéficier en échange de résultats définitifs. En effet, après l'expiration du terme prévu par la mise en défense, le propriétaire, ayant la possibilité de jouir de son bien avec autant d'imprudence qu'avant, peut compromettre les succès obtenus par l'Administration. Ainsi l'argent dépensé pour cette opération l'aurait été en vain. Enfin, un dernier motif invoqué, c'est que la loi ne contient pas de pénalités pour ceux qui auraient méconnu les règlements imposés.

Ainsi le forestier s'est vu obligé d'accorder toute son attention aux travaux de l'intérieur des périmètres, puisque l'extérieur échappait à peu près totalement à son contrôle.

V. Modification de la loi de 1882 ²². — On a fait des objections en ce qui concerne les résultats acquis à la suite des travaux de restauration des montagnes. Les forestiers ont riposté toujours que, « si cette restauration n'est pas si avancée qu'on pou-

²¹ Ch. Guyot [43], p. 121.

²² Voir [42], p. 135.

vait l'espérer, la faute en est moins à l'Etat et à ses agents qu'à une insuffisance de la loi de 1882²³ » qui ne mettait pas à leur disposition tous les moyens nécessaires pour une action d'ensemble rapide et efficace.

On a donc demandé qu'elle soit complétée, perfectionnée, pour pouvoir « hâter l'achèvement » de cette œuvre qui est la restauration des montagnes.

Tout d'abord, on a prétendu supprimer les qualificatifs « né et actuel » s'appliquant au danger menaçant les terrains qui doivent être compris dans les périmètres. Cette simple suppression permettrait d'étendre les limites des périmètres au delà « des lèvres et des bords du torrent », et surtout de s'attaquer au mal dans son embryon. En étendant le manteau forestier sur une plus grande surface, l'effet attendu sera, d'autre part, plus rapide.

Puis on a demandé pour les périmètres une désignation plus explicite : qu'ils soient nommés désormais périmètres de restauration et de *reboisement* et non pas seulement périmètres de restauration. Ce détail, dans le but d'affirmer une fois de plus que le reboisement est bien le remède le plus efficace pour l'extinction définitive des torrents. En effet, les forestiers, dans les périmètres, employaient toujours le reboisement, quoique la loi ne l'indiquât pas, car elle laissait au libre choix des forestiers les moyens à employer.

Le 16 août 1913, la loi du 4 avril 1882 a été modifiée conformément à ces vœux. Désormais, les forestiers pourront à leur aise constituer des périmètres qui engloberont non seulement les zones où le danger est immédiat, mais, au delà, celles dont la conservation doit assurer l'efficacité des travaux d'ensemble, puisqu'elles renferment les ramifications du torrent qui enfonce dans le haut de la montagne les griffes du mal qui se propage ensuite dans tout le système torrentiel.

²³ Ch. Guyot [43], p. 196.

VI. La loi de protection pour les anciennes forêts ²⁴. — Les forestiers ont songé, d'autre part, à une nouvelle nécessité : celle de protéger toutes les forêts de montagne, et cela en exerçant sur celles qui ne sont pas soumises au régime forestier un contrôle efficace. Dans cette catégorie entrent les forêts particulières et une petite partie des forêts communales.

Ils avaient raison. Pourquoi installer des forêts nouvelles si celles qui existent ne sont pas à l'abri de la destruction ? Il faut qu'une loi établisse le droit de protection ; le Parlement l'a volée le 28 avril 1922.

En vertu de cette loi — dite loi Chaveau — les forêts sont classées comme forêts de protection quand on les reconnaît « nécessaires au maintien des terres sur les montagnes et sur les pentes et à la défense contre les avalanches et contre les érosions et envahissements des eaux et des sables... » (art. 2).

Pour cela, elles sont soumises « à un régime forestier spécial concernant l'aménagement, l'exercice du pâturage et des droits d'usage, le régime d'exploitation, les fouilles et extractions de matériaux » (art. 3).

Les propriétaires peuvent être indemnisés pour diminution de revenu. D'autre part, l'Etat peut acquérir ces forêts — s'il le juge nécessaire — à l'amiable ou par expropriation.

VII. Réglementation des pâturages en montagne. Améliorations pastorales. — Une législation des pâturages a été trouvée nécessaire aussi, les dispositions de la loi du 4 avril 1882 paraissant ne pas suffire. Le congrès forestier de 1913 a demandé que soient réglés : *la possibilité, l'affouage et l'aménagement pastoral*. On craignait à ce moment la « surcharge », car on la rendait responsable de la dégradation des pâturages.

Mais depuis 1913, date où le congrès forestier a formellement émis ce vœu, la situation sur ce point a complètement changé.

²⁴ Voir H. Bourdeaux [42], p. 140.

La vie dans la montagne a évolué de telle façon qu'une réglementation aujourd'hui ne paraît plus nécessaire. La diminution de la population montagnarde, accentuée par la guerre et par un changement dans les méthodes d'exploitation agricole, a entraîné la diminution des troupeaux. Le résultat, c'est que les pâturages ne sont plus chargés. Donc les causes qui auraient pu motiver la réglementation ont disparu. Il n'y a plus de surcharge et il n'est plus nécessaire de restreindre par une réglementation imposée le nombre de bêtes que chaque propriétaire a le droit d'envoyer pâturer. Au contraire, la diminution du cheptel commence à donner à penser, car si les pâturages se dégradent quand ils sont trop chargés, ils se dégradent de même en s'appauvrissant quand ils ne sont pas broutés par un bétail suffisant. De plus, faute de main-d'œuvre (les bergers sont introuvables), de moyens de communication, de chalets acceptables, car beaucoup sont partiellement écroulés et l'argent manque pour les reconstruire, un certain nombre de pâturages restent inexploités ou mal utilisés. De la réglementation des pâturages se sont éliminées naturellement les deux premières questions, c'est-à-dire la possibilité et l'affouage. Reste seulement *l'aménagement pastoral* : il s'agit des « règles et des travaux qui sont de nature à assurer aux alpages le meilleur rendement ²⁵ ».

Mais cet aménagement est une question économique. Pour la régler, les pouvoirs publics ont jugé qu'il valait mieux prodiguer « des encouragements à la meilleure culture plutôt que d'agir par des mesures coercitives ²⁶ ».

Pratiquement, c'est une question d'argent et de main-d'œuvre.

Nous avons signalé que si la loi de 1882 n'a pas été appliquée dans son ensemble, c'est parce que la mise en défense demandait trop d'argent, particulièrement pour les indemnités à verser en échange de la privation de jouissance, et que le manque de pénalités rendait la réglementation des pâturages illusoire.

²⁵⁻²⁶ Rey [24], p. 355-358.

Après la guerre, cette application est devenue possible, d'abord par *la diminution même du cheptel*.

En effet, parce que son troupeau est moins nombreux, le montagnard consentira volontiers l'abandon à l'Administration des parties dégradées, devenues inutilisables, de son pâturage. Non seulement il percevra de ce fait une indemnité en argent qui compensera, et au delà, le manque à gagner résultant de cet abandon, mais encore il verra les autres parties de son alpage augmenter de valeur pour la raison suivante : l'Administration s'offre à faire exécuter sur les parcelles restées saines des travaux d'amélioration que le paysan hésiterait à entreprendre lui-même, faute d'argent et de compétence : chalets, abris pour le bétail, routes d'accès et d'exploitation, fromageries, abreuvoirs, canaux d'arrosage, assainissement des surfaces marécageuses, destruction des mauvaises herbes, enrichissement du sol et réfection de la pelouse, etc... Ainsi la propriété, même réduite, c'est-à-dire diminuée des parcelles dévorées par l'érosion, se trouvera bientôt en si bon état qu'elle représentera une valeur supérieure à celle qu'elle possédait avant la réduction de sa surface et l'intervention des forestiers. Comme elle produit davantage, elle suffira, bien entendu, aux besoins des propriétaires. Il faut reconnaître que l'Administration se plie avec une bienveillante souplesse aux diverses nécessités de la population montagnarde. Dans les rapports des deux parties, on sent un désir de collaboration efficace et, de la part de l'Etat, un souci remarquable de ne léser en aucune façon l'intérêt du paysan, et même d'introduire dans sa rude existence de notables améliorations.

La loi de finances du 31 juillet 1920. — Comment l'Etat français peut-il ainsi se montrer aussi généreux vis-à-vis de la population rurale de haute montagne ? C'est que la loi de finances du 31 juillet 1920 lui permet « d'allouer, sur le fonds des produits des jeux, des subventions aux communes et aux associations pastorales dont les travaux comportent une mise en

valeur, une amélioration ou au moins une réglementation des pâturages communaux ». Cette loi, très libérale, n'impose pas une réglementation *a priori*; elle la fait accepter à la faveur d'un concours pécuniaire appliqué au but même que se propose la commune ou l'association. Elle ne s'applique qu'aux terrains communaux — les moins bien traités — et elle porte les montagnards à se grouper en associations en vue d'une exploitation collective toujours plus avantageuse pour le communal... Cette loi est parfaitement adaptée à la situation pastorale actuelle dont elle favorise sans heurt l'évolution naturelle ²⁷ ».

Ces subventions viennent s'ajouter à celles qui sont accordées par l'article 5 de la loi du 4 avril 1882.

Nous n'avons pas l'intention d'exposer ici, avec les détails de la répartition de ce « produit des jeux ²⁸ », les formalités nécessaires pour les obtenir, non plus que de nous attarder dans la description des travaux d'amélioration variés à l'extrême.

Exécution des améliorations pastorales. — a) *L'Etat.* — Nous ne manquerons pas cependant de faire observer que cette rude tâche d'aménagement vient encore s'ajouter au lourd service des forestiers, non sans raison. Entre les travaux exécutés dans la forêt et ceux que réclame en haut la réfection des alpages existe un lien étroit qui justifie — qu'on nous permette cette expression — l'unité de commandement. La restauration des travaux en montagne est liée, nous le savons, à la solidité de la forêt, mais aussi à l'intégrité des alpages. Il s'agit là de deux facteurs qui jouent dans le retardement de l'évolution du relief un rôle équivalent; mais, de plus, la bande forestière est, par sa situation, dans une véritable dépendance vis-à-vis des zones qui la dominent, donc de la zone des alpages. Travailler à la consolidation des alpages, c'est pour le forestier travailler du même

²⁷ Rey [24], p. 357.

²⁸ Voir les circulaires de l'Administration des Eaux et Forêts n° 898 et n° 909.

coup pour sa forêt. Il ne pourrait d'ailleurs abandonner à personne le soin de prendre des initiatives qui lui seraient néfastes si elles n'émanaient pas d'une autorité compétente. Et même une autorité compétente en matière d'alpages, par exemple, verrait-elle le problème de la montagne dans son intégrité ? Or, on ne peut refuser au forestier la parfaite connaissance de la montagne et du montagnard ; de longues années d'expérience lui ont appris ce qu'il pouvait faire pour l'un et pour l'autre. Sa tâche s'en trouve doublée, mais il ne peut se soustraire à l'inévitable.

b) *Sociétés forestières et pastorales de propagande.* — Aux succès obtenus déjà par l'Administration dans l'aménagement des terrains en montagne, certains auxiliaires ne sont pas étrangers. Nous voulons parler des sociétés de propagande pastorale et forestière qui se sont créées, çà et là, préparant l'opinion, jouant efficacement le rôle d'intermédiaire entre l'Etat et les particuliers. Composées de membres appartenant à toutes les classes de la société, y compris celle des paysans, et fréquemment en contact direct avec ceux-ci, elles sont à même de connaître mieux les besoins de la population, de lui exposer la nécessité des travaux à entreprendre, de faire comprendre aux intéressés les bénéfices qui résulteraient pour eux de l'intervention des agents du pouvoir public dans leurs propriétés. Par des conférences, des conseils, en organisant des concours, voyages d'études, en offrant des primes en argent, en engrais, ou même en travaux, ces sociétés arrivent à stimuler l'intérêt des montagnards pour les travaux d'aménagement. Ainsi les résultats acquis sont appréciables, et nous les comprendrons d'autant mieux quand nous saurons que les dirigeants de ces sociétés sont les forestiers eux-mêmes : ils jouent dans ces organisations le rôle de guides, ils en sont finalement le cerveau ou, si l'on préfère, l'âme.

CHAPITRE IV

CORRECTION ET REBOISEMENT PRINCIPES ET MÉTHODE DES TRAVAUX

A. — La défense passive.

Avant l'intervention de l'Administration des Eaux et Forêts dans la lutte contre les torrents, les montagnards ne sont pas restés les bras croisés devant les dégâts provoqués périodiquement par les eaux des crues. Ils n'ont jamais pensé à abandonner définitivement au danger les champs envahis par la boue et les pierres, ni les murs croulants de leur pauvre maison dévastée. Ils restent installés sur cette place où ils ont concentré les efforts de toute leur vie, et où leurs ancêtres ont avant eux fourni un rude travail. Le torrent dangereux ? Il faut essayer de le refouler, de le resserrer dans un lit unique ; il faut peut-être, comme le suggèrent des ingénieurs, dresser entre lui et les établissements humains un obstacle qu'il ne pourra franchir. Avec ardeur et conviction, ils établissent des digues et d'autres travaux d'art. Mais le torrent charrie toujours ses matériaux, exhausse son lit resserré, menaçant d'enterrer les digues, et peu de temps après, à l'occasion d'une nouvelle crue, les eaux débordent, y font peut-être des brèches ou les emportent. C'est de nouveau l'inondation, la catastrophe d'autant plus pénible à accepter qu'on croyait l'avoir vaincue. Il faut reprendre le travail, relever les murs détruits, exhausser les autres. Une autre saison, le torrent est le maître encore, tous les ouvrages sont emportés de nouveau. Que faire ? Recommencer encore et encore cette lutte passive, ou bien l'abandonner ?

B. — Naissance de la méthode rationnelle.

C'est alors que Surell, ingénieur des Ponts et Chaussées à Embrun, après avoir longuement étudié les torrents des Hautes-Alpes et leurs manifestations dangereuses, a entrevu la possibilité de combattre les torrents jusqu'à leur complète extinction. En 1842, il publia les résultats de ses recherches dans son ouvrage, *Etude sur les torrents des Hautes-Alpes*²⁹, dont l'idée essentielle s'est trouvée condensée dans quatre formules bien connues, qui ont servi de base à toute la science de la correction des torrents :

1° La présence d'une forêt empêche la formation des torrents;

2° Le déboisement d'une forêt livre le sol en proie aux torrents;

3° Le développement des forêts provoque l'extinction des torrents;

4° La chute des forêts redouble la violence des torrents et peut même les faire renaître.

Surell termine ce livre par une série de considérations sur le rôle de la forêt dans la montagne :

« Combien toutes nos digues paraissent débiles à côté de ces grands moyens dont dispose la nature, lorsque, l'homme cessant de la contrarier, elle poursuit patiemment son œuvre à travers les longs intervalles des siècles ! Tous nos mesquins ouvrages ne sont que des défenses, ainsi que l'indique même leur nom. Ce sont des masses passives opposées à des forces actives, des obstacles inertes et qui se détruisent, opposés à des puissances vives qui attaquent toujours et ne se détruisent jamais.

²⁹ Surell [94].

« Pourquoi donc l'homme ne demanderait-il pas un secours à ces forces vivantes dont l'énergie et l'efficacité lui sont si clairement révélées ? Pourquoi ne leur commanderait-il pas de faire, de nouveau et par son ordre, ce qu'elles ont fait anciennement sur tant de torrents éteints et par l'ordre seul de la nature ?

« Le problème est donc ramené à la discussion des meilleurs moyens à suivre pour jeter la plus grande masse de végétation soit sur les terrains menacés de futurs torrents, soit à l'entour des torrents déjà formés...

« Il faut laisser là les digues et reporter la lutte dans les régions supérieures de la montagne. *Tout système de défense qui n'empêchera pas d'abord les affouillements dans la montagne demeurera toujours incomplet.* De là cette conclusion que le champ de défense doit être transporté dans les bassins de réception. »

Dans un chapitre précédent, nous avons vu les blessures de la montagne, l'arme qui les a faites, c'est-à-dire le torrent, et les causes qui expliquent son activité dangereuse. L'observation et l'analyse des phénomènes torrentiels nous conduisent à affirmer que leur cause principale est l'affouillement, étroitement soumis lui-même pour chaque torrent au climat spécial, au relief, à la résistance des roches et à l'état de la couverture végétale protectrice. Le résultat de cet affouillement est une instabilité permanente du sol, tantôt simplement à la surface, tantôt jusqu'à de très grandes profondeurs.

La lutte contre les torrents consiste donc à s'attaquer à celles des causes d'affouillement qui n'échappent pas aux forces humaines : rien ne peut être tenté contre la nature géologique des terrains, contre les caprices du climat. Restent donc deux champs de bataille : la topographie du terrain et l'état de la superficie du sol.

Nous avons vu, en nous occupant de la pente dans le premier chapitre, à quel point l'approfondissement des thalwegs prin-

cipaux commande l'aménagement d'ensemble du relief sur toute sa superficie. Si nous arrivons à mettre un frein à cet approfondissement, nous ralentirons du même coup le rythme de l'évolution de tout le domaine du torrent, de ses versants et de son bassin de réception jusqu'aux plus petits affluents. De là un premier ordre de travaux à exécuter, ceux qui sont appelés travaux de correction, dont le but est la stabilisation définitive des lits des torrents et des ravins, et par conséquent celle des pentes des terrains.

Nous avons entrevu, d'autre part, comment l'absence ou la pauvreté de la végétation augmente la rapidité de la destruction de la montagne ³⁰. Une deuxième série de travaux s'impose : le reboisement « intégral » de toutes les parties du bassin susceptibles d'être affouillées ou dégradées, fournissant des matériaux de charriage qu'il faut à tout prix supprimer.

Les travaux de correction.

Torrents à affouillement. — On sait que tout travail des eaux sur les versants, et par conséquent le travail des torrents, tend à faire atteindre aux torrents une pente d'équilibre. Pour obtenir ce résultat, les eaux travaillent par affouillement : longitudinal et transversal. Ce pouvoir d'affouillement est en fonction de la pente, de la solidité du lit et de la masse d'eau qui se précipite à un moment donné.

Les moyens de correction auront donc comme but de rendre le profil en long permanent, c'est-à-dire de transformer le profil actuel en un profil d'équilibre.

« Chercher à entraver définitivement la marche de l'érosion et du déblaiement est incontestablement une chimère, mais chercher à transformer le profil en long actuel du torrent en un

³⁰ C'est, en définitive, sur cette possibilité de retarder l'évolution du relief terrestre qu'est basé tout le travail de la restauration des Alpes.

profil dont l'évolution vers une forme définitive s'effectuera lentement, sans troubler violemment la vie de l'homme, sans détruire ses établissements, n'est pas impossible. On peut, au contraire, chercher à établir une sorte d'équilibre relatif, compatible avec le développement progressif de la civilisation, dans l'intérieur des pays de montagne, jusqu'au fond des vallées les plus reculées. Cet équilibre relatif ne peut pas être établi d'un seul coup. La réalisation est une œuvre de longue haleine. Pour passer du profil actuel au profil d'équilibre relatif, on se sert en général, comme intermédiaire, du profil de compensation du torrent, répondant à l'état de torrentialité existant au moment où l'on fait les études de correction. Mais on peut aussi créer de toutes pièces un profil d'équilibre relatif en consolidant sans le modifier le profil actuel ³¹. »

Dans la pratique de la correction des torrents, on a presque généralisé (à cause des facilités du travail et du prix de l'entreprise) la première méthode, avec l'emploi d'une série d'ouvrages en pierre ou en bois placés en travers du lit du torrent ayant nécessité l'établissement dudit profil d'équilibre. Ces ouvrages portent le nom de barrages ou murs de chute. Ils auront comme but principal *de fixer le lit* du torrent et d'empêcher ainsi l'affouillement en long et en travers.

A la ligne continue et en grande pente du thalweg, on en a substitué une autre, brisée par des lignes à pente relativement faible et séparées par des ressauts verticaux. Les eaux coulant sur une surface faiblement inclinée ne pourront plus regagner une grande rapidité. De plus, la chute verticale après chaque barrage annulera finalement toute vitesse. Ainsi elles ne pourront plus affouiller. D'autre part, pendant les grandes crues, le charriage des pierres sera réglé, les gros blocs ne pouvant pas être transportés resteront abandonnés sur les divers paliers le long du lit.

³¹ Bernard [9], p. 583.

Contre l'affouillement latéral, aujourd'hui, la forme généralement adoptée pour les barrages est une forme en cuvette qui force les eaux soit à s'écouler par le milieu du lit, si les deux rives sont également affouillables, soit à accompagner celle des deux berges qui serait en roche dure, ce qui rejette la masse liquide loin de la rive opposée quand on la juge incapable de résister au frottement.

En dehors de tous ces résultats, les barrages ont une action de retenue des matériaux; mais la quantité de ces matériaux arrêtés derrière chaque barrage est relativement faible et se réduit à zéro sitôt que l'atterrissement des barrages est terminé. Il faut savoir qu'il ne s'agit pas ici de barrages de grande taille, dits barrages de retenue des matériaux, qui sont employés dans des situations et pour des cas tout à fait différents.

Ce n'est qu'après l'achèvement de tous ces travaux préliminaires de correction que les berges autrefois menacées, s'appuyant sur un lit bien fixé, n'auront plus rien à craindre.

La rapidité des résultats escomptés est en raison directe de celle de l'exécution, mais en même temps elle dépend du soin apporté aux travaux entrepris, de la résistance finale des ouvrages sur lesquels repose toute l'œuvre de consolidation.

Et par où faut-il commencer l'installation des barrages ? Par le haut ou par le bas, en aval du torrent à corriger ou en amont ? Les forestiers n'ignorent pas la loi de l'érosion régressive et l'importance du travail des cours d'eau par rapport à l'éloignement ou au rapprochement du niveau de base. Ils ont donc généralement construit leurs barrages en bas d'abord, puis de proche en proche vers l'amont. Cela ne signifie pas que, pour réaliser une œuvre parfaite, ils ont dû s'occuper des lits des fleuves proches de la mer où aboutissent les eaux de la montagne. Non ! Cantonnés dans leur domaine, ils ont cherché pour chaque torrent les niveaux de base locaux (seuil rocheux, lac, etc.) commandant l'érosion de la partie située en amont. Le lit des torrents ainsi divisé en biefs indépendants offre, de cette façon, une série de chantiers pour lesquels les travaux pourront



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. II-A. — Correction par barrages en pierre sèche du torrent de Pontamafrey (Maurienne).



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. II-B. — Correction par seuils en pierre sèche avec fascines, dans la série d'Entraunes (Alpes-Maritimes).

s'effectuer à partir d'une base fixe — l'un des niveaux de base cités plus haut — qui sert de point d'appui au premier barrage. Dans ces conditions, le forestier, souvent empêché d'exécuter dans leur ensemble et partout à la fois les travaux de correction (crédits insuffisants, manque de main-d'œuvre, de personnel pour la surveillance, manque de temps), peut, suivant l'urgence, s'occuper d'abord de tel ou tel bief placé en amont ou en aval; mais dans le bief choisi, les travaux commenceront toujours en bas pour finir en haut.

On a parfois préconisé, au contraire, l'avantage de la méthode inverse qui impose l'établissement des barrages d'abord en amont, pour agir avant tout sur les matériaux. Mais ces barrages sont en réalité beaucoup plus coûteux pour un avantage incertain. Ils ont besoin de fondations profondes pour résister, car ils ne s'appuient pas, comme dans la première méthode, sur les atterrissements fixés par le barrage d'aval.

Ces travaux entrepris de l'amont vers l'aval ne sont cependant pas à rejeter totalement : dans l'infinie ramification des ravins secondaires où ils pourraient être exécutés avec des clayonnages en tiges vivantes, quand nous sommes pressés — nous dit M. Bernard — de réduire le charriage et les dépôts sur le cône de déjections, ils pourraient s'effectuer. D'après lui, la végétation issue du clayonnage même tarira la source des matériaux « précisément aux endroits où généralement cette source est plus abondante ³² ». Mais le succès dépend de la rapidité d'exécution qui doit lutter de vitesse avec celle de l'érosion capable, à un moment de crise, de tout emporter d'un bloc. Quand la méthode réussit, elle peut parvenir à tuer le torrent à son point de départ.

Quoi qu'il en soit, son emploi est très restreint, et la méthode de correction française pratiquée est une méthode « de bas en haut ». Elle s'applique avec succès à une première catégorie de

³² Voir [9], p. 631.

torrents dits à affouillement, ou aux portions du domaine des autres torrents qui présentent ce même caractère.

Quant aux émissaires des glaciers et aux torrents à clappes, ils nécessitent d'autres procédés sur lesquels nous n'avons pas l'intention d'insister pour l'instant; les détails des travaux seront donnés dans le chapitre V.

Les émissaires des glaciers sont abondamment chargés de matériaux d'origine morainique, et on ne peut songer à en tarir la source; il faut donc se contenter de les retenir autant que possible dans la montagne par l'établissement de barrages dits de retenue.

Pour **les torrents à clappes**, c'est-à-dire qui sont alimentés par des éboulements volumineux ou par des dérochoirs, pas de remèdes, mais seulement des palliatifs qui consistent, d'une part, dans les essais de consolidation de la roche menaçante, et, d'autre part, si la source des matériaux n'est pas tarie par ce premier procédé, dans la construction de barrages de retenue. Comme le but à atteindre est d'arrêter les roches éboulées le plus haut possible dans la montagne, les barrages seront installés à l'amont du torrent.

Torrents mixtes. — Faut-il envisager, pour finir, *un dernier type* de torrents qui présenteraient des caractères communs à chacun des groupes que nous avons examinés? Cela nous paraît à peine nécessaire, car si nous exceptons les torrents glaciaires en nombre limité, il est peu de torrents dans les Alpes qui n'offrent un caractère mixte de par la variété des régions qu'ils traversent: parmi leurs affluents, les uns sont des torrents à affouillement, d'autres des torrents à clappes. La méthode de correction à employer variera de l'une à l'autre de ces branches, comme aussi, peut-être, d'une section à l'autre du tronc principal. Quel que soit le torrent envisagé, il faut commencer les travaux par les branches à affouillement qui four-

nissent la majeure partie des matériaux. Quant au tronc principal, il sera le plus souvent, dans son ensemble, traité comme un torrent à affouillement.

En résumé, en matière de torrents — qu'on nous permette cette image — il n'y a pas de maladies, il y a des malades. Suivant son tempérament, chacun réclame un traitement spécial, approprié. Le forestier s'inspirera sans doute des méthodes mises au point et expérimentées par ses devanciers, il aura même le plus grand intérêt à avoir vu des travaux exécutés par d'autres, mais il ne réussira à son tour que s'il connaît vraiment son métier, les traits physiques particuliers à la région torrentielle qui lui est confiée, enfin si, par un trait de génie, il saisit définitivement à la fois le caractère spécial du problème posé par chaque torrent et en même temps la solution la plus efficace qu'il doit appliquer.

Le reboisement.

I. La forêt et son rôle. — La forêt, installée sur toutes les parties du bassin de réception susceptibles d'être affouillées et de fournir des aliments à un charriage qu'on veut supprimer, est considérée comme « seule capable d'assurer l'extinction, en maintenant l'heureux effet immédiat, mais précaire, des travaux de correction ³³ », qui sont en définitive impuissants à atteindre seuls le but final.

Qu'attendait-on de cette forêt en l'installant péniblement et à grands frais sur les pentes dangereusement exposées des berges ou des bassins de réception ? Qu'elle influe à la fois sur le ruissellement et le décapage. L'eau tombée à l'occasion d'une averse est d'abord en partie retenue par les couronnements des arbres et s'évaporerait un peu plus tard dans l'atmosphère. Une autre

³³ P. Demontzey [30], p. 59.

partie est retardée, avant d'atteindre la terre, par la présence des branches et des feuilles qui jouent un rôle de filtre pour la pluie. Elle arrivera donc à la surface du sol avec une vitesse à peu près nulle; ainsi l'effet mécanique des gouttes d'eau sur le sol sera presque supprimé. Sitôt en contact avec ce sol, les eaux chercheront à gagner le plus vite possible les thalwegs les plus proches. Mais elles sont constamment entravées dans leur course par un réseau très compliqué d'innombrables racines qui, en dehors du fait de maintenir solidement le sol sur les versants, divisent les eaux ruisselantes, les éparpillent sur toute la surface du terrain, comme le feraient de petits barrages, et les forcent, en les immobilisant, à pénétrer dans le sol. L'infiltration est d'ailleurs facilitée par une autre action des racines qui, en divisant, en ameublissant le sol, le rendent plus perméable. Ainsi les versants couverts par la forêt sont à l'abri de toute érosion, et par conséquent cessent de fournir des matériaux de transport au torrent.

Mais ce n'est pas tout. Dans une forêt, le sol est couvert d'une couche de feuilles mortes et de débris ligneux qui se décomposent lentement en un humus qui agit sur l'eau comme une éponge. Bien plus, les acides organiques provenant des végétaux en décomposition hâtent la formation du sol aux dépens de la roche sous-jacente, et progressivement s'accroît dans l'ombre de la forêt l'épaisseur feutrée de la couche nourricière et, par suite, la densité et la vie du manteau végétal. « Même « quand cette couverture est saturée, elle ne laisse échapper « l'eau que goutte à goutte, de sorte que le sol peut s'imbiber « complètement, au grand bénéfice de la nappe souterraine. On « peut dire que le ruissellement est à peu près complètement « supprimé sur les versants couverts de forêts en bon état, où la « couverture est respectée ³⁴. »

On comprend que, par suite de l'annulation du ruissellement,

³⁴ G. Huffel [49], p. 113.

le régime des eaux devienne plus régulier, c'est-à-dire que l'écart diminue entre le niveau des basses et celui des hautes eaux. Or, ce qui importait avant tout, c'était de réduire le débit au moment des crues, puisque c'est pendant la durée de celles-ci que les eaux travaillent à l'établissement du profil d'équilibre d'une manière particulièrement active. Le résultat nous paraît, en principe, obtenu par le reboisement. Naturellement, les crues ne peuvent être supprimées; du moins elles seront réduites et les inondations presque toujours évitées. Par contre, les nappes souterraines abondamment alimentées fourniront aux sources un débit important et régulier. Telles étaient, en effet, les idées communément admises quant au rôle protecteur de la forêt.

Quant à la neige qui protège le sol, le soustrait à l'action du gel et du dégel, ainsi qu'à l'action mécanique des chutes de pluie ou de grêle, plus long sera son stationnement sur le sol et moins rapide sera l'évolution du relief. Pendant que dure la fusion, les eaux arrivent lentement au sol, et l'infiltration se trouvant dès lors facilitée, le ruissellement est amoindri. De plus, les surfaces enneigées se découvrent d'ordinaire avec lenteur et d'une manière progressive. Si ces surfaces sont nues, il est incontestable que la fusion progressive des neiges sera favorable au développement de proche en proche de la couverture végétale. Mais les Alpes sont balayées souvent par des souffles chauds venant du versant italien qui provoquent des fontes brusques de neige coïncidant souvent avec de fortes averses — causes fréquentes de crues. Sous l'abri de la forêt, la neige fond beaucoup plus lentement que sur les terrains découverts; ainsi les bois maintiendront plus longtemps cette réserve si précieuse aux cours d'eau menacés par les maigres d'été.

II. Répartition géographique de la végétation dans les Alpes françaises. — Comme la végétation d'un lieu est étroitement liée au climat, le reboisement dans les Alpes françaises, dont la nécessité s'impose, apparaîtra comme un problème compliqué

à l'extrême quand nous aurons rappelé les conditions climatiques originales auxquelles ces montagnes sont soumises. Si le territoire qu'elles occupent en Europe paraît exigü par rapport à la surface totale du continent, elles n'en constituent pas moins un monde à part et d'une étonnante variété que n'explique pas seul leur relief au-dessus des pays voisins.

Fragment Nord-Sud de la grande chaîne européenne, elles offrent cette originalité de se trouver installées à cheval sur la limite du climat continental de type atlantique, relativement frais, aux précipitations copieuses, dont bénéficie la plus grande partie de la France, et du climat méditerranéen aux hivers doux, aux étés chauds et secs du littoral de cette mer. Par là, elles sont très différentes des Alpes suisses et autrichiennes qui s'allongent à leur suite jusqu'au cœur de l'Europe. Entre le Nord et le Sud des Alpes françaises, le paysage végétal offre, par suite, de saisissants contrastes imposés par l'un et l'autre de ces deux climats.

Si la température moyenne de la chaîne croît généralement du Nord au Sud, en fonction de la latitude, du lac Léman à la Méditerranée, et justifie déjà l'apparition au delà de la limite Sud des Alpes du Nord, de certaines espèces caractéristiques des climats chauds et secs, que de nuances sont introduites par l'altitude, l'orientation des versants, la disposition des vallées par rapport aux vents dominants ! Toutes ces conditions influent sur les écarts diurnes, saisonniers, enfin sur les extrêmes de température si importants pour la vie des plantes. Entre deux points très voisins, on peut ainsi noter des contrastes saisissants, des avances ou des retards de plusieurs semaines dans la végétation, des différences dans la répartition des arbres, des cultures, de l'habitat, en somme une physionomie toute différente de la montagne, première indication pour l'œuvre du reboiseur.

Plus accusée encore apparaît la différence entre les Alpes du Nord et les Alpes du Sud, au point de vue des quantités de pluies et de leur répartition.

Les Alpes du Nord semblent rappeler d'abord les chaînes voisines de Suisse et d'Autriche par leur altitude et l'abondance de leur végétation; mais sur ce dernier point, que de variétés s'offrent à l'observateur qui les parcourt de l'Ouest à l'Est : les Préalpes d'abord, Chartreuse et Vercors surtout, qui dépassent au Sud l'abri du Jura, exposées de plein fouet aux vents pluvieux de l'Ouest, ruissellent littéralement en toutes saisons. La tranche d'eau annuelle y atteint parfois 4 mètres. Ainsi s'explique leur abondante végétation : « pays de l'arbre et de l'herbe... Prairies et forêts se mêlent en de charmants paysages de prés-bois harmonieusement disposés sur les pentes ³⁵. » La forêt s'arrête à 1600 m., car la neige abondante abandonne rapidement les plus hautes surfaces où l'herbe seule a le temps de végéter.

Derrière ces Préalpes à l'Est, le Sillon alpin ne trouve pas un abri parfait contre les pluies, puisqu'elles lui arrivent du Sud-Ouest par-dessus la barrière, et par les cluses, se condensent au contact des massifs centraux et dépassent encore 1 mètre. Une telle humidité dans cette zone de faible altitude, abritée et chaude, explique « la végétation abondante et variée installée au cœur même de la montagne : vigne, mûrier, amandier et même des colonies serrées de plantes méditerranéennes mêlées aux prairies, aux bois de châtaigniers, à toutes les cultures de plaines riches ³⁶ ».

Grâce à leur altitude, les massifs centraux, enfoncés au cœur de la chaîne, recueillent encore, malgré leur situation, des masses considérables de précipitations; mais leurs pentes moyennes sont moins arrosées que les Préalpes qui jouent le rôle d'écran, et l'optimum se hisse vraisemblablement vers 2500 m. (27 m. de neige sur les flancs du Mont-Blanc à 2800 m.). Les versants exposés à l'Ouest sont envahis par la forêt qui ne se laisse plus entamer par les cultures au delà de 1000 m. :

³⁵ R. Blanchard [11], p. 24.

³⁶ R. Blanchard [11], p. 26.

« Sapins et épicéas, quelques hêtres, des charmes, faisant des futaies si serrées, si vivaces, qu'elles tendent sans cesse à envahir les terres cultivées et qu'il faut se défendre contre cette poussée forestière ³⁷. » La tâche des reboiseurs paraît simple dans cette zone, mais à 2000 m., la prairie alpine qui relaie la forêt est gênée et réduite par la raideur des pentes, les monstueux éboulis.

Enfin la zone intra-alpine, voisine de la frontière italienne, est, de toutes les zones des Alpes du Nord, la moins arrosée. Ni dans les vallées, ni aux cols du Cenis (2082 m.) et du Lautaret (2058 m.), les précipitations ne dépassent 1 mètre. « Maurienne, Tarentaise, Oisans sont donc déjà des pays secs, comme le Valais, leur équivalent helvétique. La forêt est moins abondante; l'arbre des climats secs et lumineux, le mélèze, y prend la place de l'épicéa et du sapin. Cette sécheresse relative permet à toutes les limites de la végétation de s'élever beaucoup plus haut qu'à l'extérieur ³⁸. » Ainsi la limite des forêts y atteint 2300 m. et « un peu partout, entre 1800 et 2500 m., les alpages déploient la splendeur de leurs pelouses, animées l'été par le va-et-vient du gros bétail ³⁹ ».

Dans l'ensemble, les Alpes du Nord, vertes et reposantes à l'œil, doivent à leur climat humide une végétation drue et envahissante, précieux auxiliaire des hommes qui s'attacheront au reboisement.

Par contre, les Alpes du Sud, après une zone de transition, imposent avec vigueur les traits du climat méditerranéen et avant tout la *sécheresse*. « Sous l'influence de la latitude, la température est plus élevée; un soleil implacable darde ses rayons hiver comme été et active l'évaporation. Le vent souffle avec violence... des vallées septentrionales vers les dépressions barométriques de la Méditerranée et absorbe l'humidité ⁴⁰. »

³⁷⁻³⁸ R. Blanchard [41], p. 27.

³⁹ R. Blanchard [41], p. 28.

⁴⁰ R. Blanchard [41], p. 29.

Enfin les pluies ne sont plus régulières comme dans le Nord, mais rares, brutales, concentrées en saison fraîche. L'été est sec et les plantes doivent ici s'adapter à cette sécheresse. « La végétation est donc maigre et disséminée; les belles forêts sont rares; à leur place on a souvent des taillis qui évoquent la garrigue et le maquis ⁴¹. »

La répartition de cette humidité est bien différente de celle des Alpes du Nord, suivant les unités du relief : les Préalpes, sauf au voisinage du littoral, sont extrêmement sèches, parce que leurs chaînes Est-Ouest s'opposent aux vents humides du Sud-Est, si bien que l'étage forestier n'est en général représenté ici que par « des pentes ruinées, garnies de maigres taillis, de friches, de plantes aromatiques, pacages de moutons et de chèvres ⁴² ».

Par contre, les vallées méso-alpines, qui tiennent au Sud le rôle du Sillon alpin, doivent à leur altitude, à la disposition Nord-Sud de leurs thalwegs, favorable à la pénétration des vents humides, des précipitations plus copieuses. Peut-être faut-il attribuer à cette heureuse circonstance le succès des reboisements dans cette zone, succès qui permet d'augurer de la valeur prochaine que prendra ici la forêt. Mais l'humidité s'atténue sensiblement en remontant l'Ubaye et la Durance, si bien que la région de Briançon est la plus sèche des Alpes méridionales (621 mm.).

Ce n'est qu'en se rapprochant de la mer que toutes les zones des Alpes du Sud regagnent des précipitations plus abondantes. Même les Préalpes changent d'aspect, se parent de végétation, et jusqu'au Mercantour, où réapparaissent même quelques glaciers grâce à l'altitude, « le mélèze et le pin sont concurrencés par l'épicéa, par le sapin même; de superbes châtaigneraies garnissent les pentes au-dessus des oliviers ⁴³ ».

⁴¹ R. Blanchard [11], p. 29.

⁴² R. Blanchard [11], p. 30.

⁴³ R. Blanchard [11], p. 31.

Ainsi, dans leur ensemble, les Alpes du Sud paraissent moins favorables aux arbres que les Alpes du Nord, et le choix des essences forestières en sera plus difficile. Il reste que l'extraordinaire variété du climat des Alpes françaises ne peut manquer de compliquer la tâche des forestiers, abstraction faite, d'autre part, des données fournies par les conditions de sols, de pentes, etc...

III. Choix des essences à employer. — Pour constituer une forêt, le reboiseur ne peut choisir une essence quelconque, simplement par caprice, parce que les arbres de telle espèce sont beaux, ou parce que le bois en est apprécié. Il est limité dans son choix par un certain nombre de considérations auxquelles il ne peut échapper.

Tout d'abord, il est obligé de se soumettre au principe suivant : « L'observation de la flore locale ou de la composition du peuplement végétal des régions situées exactement dans les mêmes conditions d'altitude, de sol, d'exposition, etc...⁴⁴. » S'il trouve dans la flore locale indigène, naturellement bien adaptée aux conditions physiques de la région considérée, une espèce à sa convenance, il pourra l'employer dans la surface à reboiser avec certaines chances de succès. Ainsi pour boiser une surface donnée, il est impossible de prendre une essence qui n'est pas adaptée à des conditions physiques identiques à celles de cette surface sans risquer un échec.

Mais ce n'est pas tout; un certain nombre d'arbres, qui poussent bien çà et là dans la montagne, ne sauraient cependant être choisis. En effet, les espèces forestières des Alpes françaises forment deux catégories.

La première, qui comprend les essences capables de constituer à elles seules des peuplements plus ou moins purs, en massifs plus ou moins serrés. Ce sont les arbres dits sociables.

⁴⁴ Bernard [9], p. 682.

Dans ce groupe, nous citons les conifères : les pins d'Alep, maritimes, sylvestres, à crochets; le sapin; l'épicéa; le mélèze. Et parmi les feuillus : le chêne-vert ou yeuse, chêne-liège, chêne pédonculé, rouvre, pubescens ou chêne blanc; le châtaignier; le hêtre.

La deuxième catégorie, au contraire, comprend des arbres qui se trouvent épars dans la grande masse de la forêt. Ceux-là, disséminés soit isolés, soit par bouquets, sont arrêtés dans leur expansion par des circonstances locales. L'étendue qu'ils occupent est toujours insignifiante par rapport à celle de la forêt entière. Dans ce groupe n'entrent à peu près que des feuillus, à savoir : l'orme, le frêne, les érables, le tilleul, les sorbiers, l'alisier, le cerisier, les aulnes, les saules, etc...

Entre ces deux groupes, le forestier a été longtemps porté à choisir, au début du moins, uniquement des espèces classées dans le premier. Le second paraissait donc définitivement éliminé des reboisements en montagne.

D'autres considérations nous obligeront à limiter nos préférences sur un nombre restreint d'espèces. La nature minéralogique du sol et surtout ses qualités physiques, l'état de la superficie du sol, le mode de culture demandé par l'arbre choisi, sa lenteur ou la rapidité de sa végétation, les exigences particulières des arbres à planter, et même l'importance des produits à obtenir : qualités du bois, rendement, doivent être pris en considération avant de choisir finalement l'arbre le plus indiqué. Qu'on nous permette d'insister sur un dernier point.

Parmi les essences sociables signalées plus haut pour le reboisement, quelques-unes ne se prêtent pas à la culture en terrain découvert : c'est *le sapin* et *le hêtre*. Pour qu'ils puissent prendre, ils ont besoin, dans les premières années de leur jeunesse, d'un abri protecteur. Or, nos terrains à reboiser sont précisément des terrains nus sur lesquels la constitution de la forêt doit se faire en plein air. Donc, pour commencer, il faut renoncer au hêtre et au sapin, même dans leur aire de végétation, et se rabattre sur des arbres moins exigeants qui acceptent cette nécessité.

Mais ces terrains nus, comme nous l'avons montré dans l'examen du domaine à reboiser, avaient été classés en deux groupes : terrains dégradés et terrains abandonnés ou vagues. A un autre point de vue, nous pouvons maintenant, sans tenir compte de leur origine, les répartir en *terrains stables* et *terrains instables*.

1) Reboisement des terrains stables. — Sur les terrains dont l'état superficiel du sol n'est pas trop endommagé, le reboisement ne présente pas de trop grandes difficultés. Pendant qu'on exécute les travaux de correction, on devra pousser avec activité le reboisement de ces terrains, puisque c'est par ce moyen que l'on agira sur le régime des eaux et sur le décapage des versants, tandis que les travaux de consolidation (correction) n'agissent que sur le volume des matières charriées fournies par les affouillements, les éboulements et les glissements.

Par des semis ou par des plantations, on arrive presque toujours, sans beaucoup de peine, à couvrir plus ou moins vite le sol d'une végétation forestière qui pourrait même constituer les peuplements définitifs d'avenir.

Quant à la préférence à donner au semis ou à la plantation, il n'y a pas une règle absolue; le choix de l'un de ces modes varie avec la nature des essences, le sol et le climat du terrain à reboiser. Toutefois, « la pratique a démontré que la plantation est susceptible d'une application plus fréquente et plus générale que le semis, qui n'arrive à être employé qu'à titre exceptionnel et dans des cas spéciaux déterminés ⁴⁵ ».

Nous n'entrerons pas dans les détails de la technique des plantations ou des semis; c'est une question de cuisine forestière, qui intéresse moins aujourd'hui, mais qui a donné beaucoup de travail aux premiers reboiseurs.

⁴⁵ Voir [70], p. 103.

a) *Essences indigènes*. — Toutes les espèces qui nous restent dans la catégorie des arbres dits sociables peuvent être utilisées dans ces terrains stables — en tenant compte, bien entendu, des exigences de chacune d'elles. Mais les possibilités d'expansion de chaque essence diffèrent de l'une à l'autre, car l'une peut avoir une grande aire de végétation, l'autre au contraire une aire extrêmement réduite.

Ainsi le *châtaignier commun* (*Castanea vesca*), si remarquable par son fort enracinement, par sa faculté de rejeter des souches jusqu'à un âge avancé et qui fournit des cépées touffues et vigoureuses, est limité, dans les Alpes du Sud, à une zone assez mince déterminée par la longueur des étés chauds. Essence calcifuge, elle demande des sols meubles, schisteux ou granitiques. Son emploi dans les reboisements des Alpes n'occupe pas une grande place; on le rencontre dans la région d'Annot, de la Vésubie, de la Tinée, de la Roya-Bevera.

Le *chêne vert* ou *yeuse* (*Quercus ilex*) présente un certain intérêt pour le reboisement des terrains ingrats de la région méditerranéenne qu'il habite.

Ses feuilles coriaces et persistantes lui rendent possible la vie dans un climat chaud; son enracinement pivotant lui permet d'utiliser la fraîcheur des couches inférieures du sol. Il réussit dans les expositions chaudes, aussi bien dans les sols siliceux que sur les terrains calcaires. Il ne monte pas, dans les Alpes-Maritimes, au-dessus de 800 m., dans les Basses-Alpes au-dessus de 600 m. et en Vaucluse au-dessus de 700 m.; pourtant il s'élève jusqu'à 900 m. en plein Sud, au Mont Ventoux, sur le territoire de la commune de Bedoin, où il a été utilisé avec le chêne blanc pour le reboisement de 2.590 ha. de terrain.

Le *chêne rouvre* (*Quercus sessiliflora*) est une essence des climats tempérés, « assez élastique quant à l'humidité nécessaire, indifférent à la composition chimique du sol. Pur dans le Sud, mélangé dans le Nord au chêne pédonculé (*Quercus pe-*

dunculata), il occupe dans les Alpes françaises toute la longueur de la chaîne, où il peuple les vallées et les basses montagnes jusqu'à 1000 m. dans les Alpes-Maritimes, jusqu'à 7 à 800 m. seulement dans le Nord et même moins à l'hubac ⁴⁶ ».

La variété connue sous le nom de *chêne pubescent* (chêne blanc) présente beaucoup plus d'intérêt pour le reboisement, parce qu'elle s'accommode des expositions chaudes et des terrains secs, à condition qu'ils soient suffisamment profonds. Ses feuilles, plus coriaces et de forme plus mince que tous les autres chênes, lui rendent la transpiration moins active, en dehors du fait qu'il n'est pas trop exigeant au point de vue du sol. C'est l'espèce dominante des taillis des Basses et Hautes-Alpes, de Vaucluse, de la Drôme et de l'Isère.

Son emploi dans les reboisements a été et est encore très limité. Il est indiqué surtout pour les berges des ruisseaux et les anciennes terres de culture. Dans le Vaucluse, il a été utilisé par semis dans le périmètre de la Sorgue sur une surface de 950 ha., où il a une assez belle végétation. Dans la forêt communale de Bedoin, il a été employé avec le chêne vert sur une surface de 2.590 ha. Il a été aussi utilisé dans les Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes sur une échelle beaucoup plus restreinte, entre 600 et 1000 m. d'altitude.

Le *pin maritime* (*Pinus pinaster*), qui, en Corse, atteint 1200 m., dans l'Aude 300-400 m., le Gard 550 m., monte en peuplements vigoureux, dans les Alpes-Maritimes, jusqu'à 800 m. d'altitude. Il résiste bien aux attaques des insectes, mais il est sensible aux atteintes du feu. Le jeune plant développe, dès le début de sa croissance, un pivot d'une très grande longueur; à cause de cette raison, il est utilisé par voie de semis. Il réussit parfaitement dans les sols où ses racines peuvent s'étaler sur une couche peu perméable, à la surface de laquelle elles trouvent en abondance l'eau nécessaire à sa végétation. Il redoute

⁴⁶ Lenoble [64], p. 84.

les froids au-dessous de -15° et préfère — comme le chêne-liège — les sols siliceux. C'est pour cela qu'on les trouve ensemble cantonnés dans les massifs des Maures et de l'Esterel⁴⁷. Pourtant il a été utilisé dans les reboisements sur le versant méridional du Mont Ventoux, où il paraissait bien réussir; mais aujourd'hui il commence à dépérir par la maladie du « rond ». Même résultat dans le bassin de la Sorgue, d'où il est complètement rejeté.

Le *pin d'Alep* (*Pinus halepensis*), essence méditerranéenne, est largement représenté et forme de vastes forêts, dans la partie orientale de la région des oliviers, au pied des Alpes.

Il s'élève jusqu'à 800 m. d'altitude et il s'adapte aux sols calcaires les plus arides et aux expositions les plus chaudes, pourvu qu'il s'y trouve des fissures dans lesquelles les racines puissent pénétrer. La transplantation est un peu délicate et suivie souvent d'échecs; c'est pour cela que le semis est préféré à la plantation. Ayant un couvert très léger, la végétation sous-arbustive est libre de s'y installer en masses denses. Elle constitue malheureusement un milieu favorable aux incendies, et malgré l'épaisseur de son écorce, il résiste mal à ce danger.

Il a été employé dans les plantations faites sur le versant méridional du Ventoux, mais là il se trouve hors de son aire et tend à disparaître. Dans le bassin du Paillon, dans les Alpes-Maritimes (330 ha. environ), il a donné les résultats les plus satisfaisants sur les terrains les plus ingrats. Dans les Basses-Alpes, utilisé dans les périmètres de la Largue et du Lauzon sur 450 ha., il paraît se trouver aussi dans sa station naturelle. Il a été introduit de même dans le bassin du Var-Colomp, sur le territoire des séries de Sausses et Entrevaux, entre 550 et 800 m. d'altitude, où les résultats obtenus pour le moment sont satisfaisants. Dans le bassin de l'Asse, de la série de Castellet, à 4-500 m. d'altitude, il est bien venu; sa végétation est active

⁴⁷ Voir Lenoble [64], p. 83.

et continue, et il commence à se régénérer par semis à partir de 30 ans.

Le *pin sylvestre* est un arbre « aussi élastique que le chêne sous le rapport de l'humidité, mais plus élastique encore aux points de vue de la température et de l'altitude. On le rencontre dans toute l'étendue de la chaîne; cependant, il est plus commun dans les Alpes sèches que dans les Alpes humides ⁴⁸ ». Il atteint 2000 m. dans les Alpes-Maritimes et 1600-1800 m. dans le reste de la chaîne. Il est remarquable par sa souplesse, croît rapidement dans les terrains sablonneux mélangés d'argile; mais il s'adapte à tous les sols et à toutes les expositions. Il a un enracinement solide, pivotant, qui s'enfonce profondément dans le sol dès la première année. Il résiste parfaitement au froid, mais le givre et la neige occasionnent souvent la rupture des branches. Sa variété d'Auvergne, avec une tige plus droite et des branches redressées, résiste mieux aux intempéries et se brise moins souvent sous le poids de la neige que le pin à branches étalées. Comme le pin maritime, son couvert est léger et permet l'installation du mort-bois, facilitant ainsi les incendies. Il est attaqué par le *Processionea*, surtout aux basses altitudes. Il constitue l'essence indigène pour le reboisement des terrains nus dans les Alpes méridionales et compte comme une espèce améliorante.

Utilisé presque partout dans les Alpes du Midi, sur une étendue d'environ 6.000 ha., et surtout dans les Baronnies, le Diois, le Bochaine et le Gapençais, sur le versant Nord du Mont Ventoux, il a assez bien réussi; mais, en général, il n'a pas donné tous les résultats qu'on attendait de lui : sa végétation est lente, souvent languissante; il prend de mauvaises formes, rachitiques et rabougries. Dans la Haute Durance, il tend à disparaître, et dans les Basses-Alpes et le Vaucluse, il a été finalement rejeté.

⁴⁸ Lenoble [64], p. 84.

Le *pin à crochets* est cantonné dans les Alpes à une altitude à peu près semblable à celle du mélèze. Sa station naturelle commence à 1200 m., mais on peut le descendre vers 1000 m. Il se développe à toutes les expositions, accepte tous les terrains, mais semble préférer les calcaires. Il s'accommode des sols secs et pierreux. Comme le mélèze, c'est une essence des climats secs sous un ciel clair. Il n'a pas un pivot, mais ses racines traçantes sont très chevelues et abondantes, circonstance très favorable à la transplantation. Il résiste bien aux intempéries, aux insectes, au feu, mais dans les climats un peu humides il est attaqué par un insecte : le *Periderium pini corticola*. Les tiges rigides des jeunes peuplements fixent la neige sur les versants; pourtant il en redoute les accumulations trop abondantes.

Utilisé dans les reboisements sur environ 7.000 ha., il a donné d'excellents résultats dans le bassin de Toulourenc, sur le flanc Nord du Mont Ventoux, dans la Haute Durance et dans la vallée de l'Ubaye; ailleurs, il a une croissance lente, et malgré cela on lui accorde une assez bonne réussite.

L'*épicéa* (*Picea excelsa*) est employé par plantations dans des stations où les conditions météorologiques sont favorables à son développement : atmosphère humide, pluies assez fréquentes et rosées suffisamment abondantes. Il est l'arbre dominant des forêts savoyardes, où il se cantonne entre 1000 et 1800 m. d'altitude; « moins répandu déjà dans le Dauphiné, il est encore plus rare dans les Alpes de Provence; cependant, on le retrouve assez commun dans les hautes vallées des Alpes-Maritimes, où les pluies redeviennent plus abondantes ⁴⁹ ».

Le *mélèze* (*Larix Europæa*) est l'arbre des grandes altitudes, des climats secs et lumineux. « Il paraît redouter à la fois une température élevée et un climat humide; aussi il n'arrive pas jusqu'aux Préalpes de la Savoie et du Dauphiné septentrional,

⁴⁹ Lenoble [64], p. 85.

qui reçoivent des pluies fréquentes et abondantes ⁵⁰. » Ainsi, il constitue l'arbre dominant des forêts de la Haute-Tarentaise, de la Haute-Maurienne, du Briançonnais, du Queyras, des hautes vallées de l'Ubaye, du Verdon, du Var, où il se trouve entre 800 et 2350 m. d'altitude. Mais c'est surtout entre 1200 et 2000 m. qu'il forme de beaux massifs.

La surface couverte avec les plantations de mélèze se peut chiffrer, dans les Alpes du Sud, à environ 15.000 ha.

Le *pin cembro* (*Pinus cembra*) est l'arbre qui se trouve à la limite supérieure de la végétation forestière. « Un ample et vigoureux enracinement, tel qu'aucune autre essence n'en possède, une tige trapue, une cime touffue, feuillée dès le sol, sont ses moyens de résistance. Il croît sur tous les sols, mais préfère ceux qui sont meubles et frais, aux expositions du Nord et de l'Est. Dans les Alpes, on le rencontre à 2400 m., et on le trouve à partir de 1500 m. en mélange avec le mélèze ⁵¹. »

De ces considérations générales et de cette énumération d'essences forestières que nous venons de faire, il ressort que le nombre des arbres qui peuplent les bois des Alpes françaises n'est pas très considérable, et que ceux qui doivent être utilisés dans le reboisement le sont encore moins.

Ainsi les chênes, en général, ne sont pas très employés; cela vient des difficultés de culture qu'ils présentent (en premier lieu l'obligation absolue de les obtenir par semis), puis en raison de leur croissance exaspérément lente. Le hêtre et le sapin, nous l'avons vu, ne se prêtent pas à la culture à l'air libre. Restent les pins qui offrent le maximum des qualités requises et qui, avec le mélèze et l'épicéa, représentent la gamme des arbres qui peuvent monter du niveau de la mer jusqu'à la limite supérieure de la végétation forestière. Mais l'emploi de certains de ces arbres est bien limité : ainsi le pin maritime est un

⁵⁰ Lenoble [64], p. 85.

⁵¹ Voir [70], p. 91.

arbre purement méditerranéen et n'intéresse qu'une mince bordure littorale. Le pin d'Alep, lui aussi, ne peut être déplacé hors de la zone du chêne vert sans risquer un échec. Quant à l'épicéa, c'est l'arbre du Nord; le mélèze, au contraire, reste bien localisé dans la zone intra-alpine. Pour le reste de la vaste surface à reboiser, qui s'étend surtout dans les Alpes du Sud, on se trouvait réduit à n'employer utilement que deux espèces : le pin sylvestre en première ligne, qui est d'ailleurs l'arbre indigène de ces régions, et le pin à crochets qui le remplace dans les hautes altitudes.

b) *Arbres exotiques*. — Avec un choix aussi restreint et la nécessité de recouvrir rapidement un sol souvent calcaire, nu, dégradé et soumis aux rigueurs du climat méditerranéen, les forestiers ont cherché ailleurs un arbre ou des arbres susceptibles de s'adapter rapidement et de leur rendre les services demandés.

Evidemment, il s'agissait d'arbres qui végétaient en d'autres pays — arbres exotiques — mais dans des stations semblables. Leurs tâtonnements et leurs recherches ont permis finalement de découvrir dans le pin noir d'Autriche (*Pinus Austriaca*), originaire de l'Istrie, un très bon serviteur à employer pour le reboisement de ces terrains désolants. Il vient à toutes les expositions, dans tous les sols, mais il est surtout utile pour le reboisement des vastes étendues calcaires aux expositions chaudes. Le jeune plant se développe rapidement, et ses racines latérales rendent sa transplantation très facile : il végète avec vigueur une fois mis en place, mais dans les terres noires il languit. Il a un couvert épais qui fournit des détritux abondants, arrivant ainsi à améliorer vite le sol. Il supporte mieux que le pin sylvestre les attaques des insectes; il croît en massifs plus serrés que celui-ci, ne permettant pas ainsi aux sous-bois de s'installer, et par conséquent il se trouve à l'abri des incendies. Il n'est pas brouté par les animaux, mais il craint la neige.

Pour ces qualités, qui dépassent de beaucoup celles des autres espèces utilisées dans les reboisements, il a été employé dans les Alpes, sur une échelle très étendue, à partir de 800 m. d'altitude jusqu'à 1500 m. Il couvre aujourd'hui, dans les Alpes du Sud, environ 40 % de la surface reboisée, soit 40.000 ha.

Parmi les essais d'acclimatation d'autres espèces exotiques, il convient de signaler le succès obtenu avec le cèdre. Le *cèdre d'Atlas* (*Cedrus Atlantica*), employé dans le Midi de la France, à Saint-André-sur-Verdon dans les Basses-Alpes, et pour une surface plus importante (environ 250 ha.) sur les flancs du Ventoux, dans la région de Bedoin, entre 600 m. et 1150 m. d'altitude, a merveilleusement réussi. Ses exigences climatiques se rapprochent de celles du châtaignier. Exceptionnellement, il s'élève dans la partie basse de la zone des hêtres et sapins et descend dans la zone méditerranéenne.

Enfin, on a fait des tentatives avec le sapin pinsapo, le sapin de Numidie (*Abies numidica*), qui croît dans la Kabylie orientale à l'altitude de 1600-2000 m., avec *Picea Engelmani*, *Picea Pungens*, le pin laricio de Corse. Mais pour le moment, ces essais heureux ne présentent qu'un intérêt scientifique et ne sont d'aucune importance au point de vue des reboisements exécutés ou en exécution dans les Alpes. L'avenir seul permettra d'affirmer que telle ou telle espèce signalée plus haut mérite d'attirer l'attention des forestiers, ou peut-être telle autre découverte encore dans des stations étrangères soumises aux mêmes conditions physiques.

2) Reboisement des terrains nus instables. — Ainsi les difficultés présentées par le reboisement du premier groupe de terrains nus, que nous avons qualifiés de stables, ne sont pas impossibles à surmonter.

Il n'en est pas de même pour la deuxième catégorie des terrains de notre domaine à reboiser, c'est-à-dire ceux qui n'ont pas de stabilité : versants profondément dégradés, berges vives

menacées d'un moment à l'autre par l'affouillement, pentes plus ou moins couvertes de pierrailles, éboulis, terrains croulants ou dépourvus — parce qu'ils sont trop lessivés — de la plus légère pellicule de sol végétal, même des terrains rebelles à la végétation.

Dans un tel état d'instabilité et avec tant de difficultés à vaincre, les travaux exécutés avec les essences citées plus haut ont donné beaucoup de peine, et les résultats ont été souvent incertains, lents et même parfois — avouons-le — désespérément nuls.

Pourquoi ?

Il a bien fallu rechercher les causes profondes de cet insuccès, chercher à comprendre par exemple pourquoi une surface qui dépasse une certaine pente et qui est depuis un temps privée de sa végétation ne se recouvre pas spontanément d'un manteau végétal identique à celui qui a été détruit, même si ce manteau végétal couvre encore, près du lieu considéré, des pentes de même valeur non atteintes par le déboisement, même si l'homme intervenait pour faciliter cette reconstitution.

Les agents d'érosion s'acharnent en effet sur ce sol sitôt qu'il n'est plus abrité et tendent à lui donner une pente générale inférieure à celle qu'il avait tout d'abord. A un certain moment, cette surface nue commence à se recouvrir d'elle-même de végétation, mais d'espèces tout à fait différentes de la végétation antérieure : on a donc pu appeler cette pente provisoirement atteinte *pente de restauration*. Cette pente n'a pas la même valeur dans toutes les situations. Elle est, bien entendu, en fonction de l'ampleur du phénomène de ruissellement, et nous prévoyons que les formes du modelé évoluent dans des sens très différents, suivant la plus grande abondance des précipitations, suivant leur répartition au cours des saisons, enfin suivant la nature même de ces précipitations : pluie, grêle ou neige.

Ainsi, après toutes ces considérations, on a pu formuler le principe suivant : « Un sol de constitution physique et de pente données pourra être envahi par la végétation sous un climat

défini, alors que cet envahissement aurait déjà eu lieu, ou serait encore impossible dans d'autres conditions de climat ⁵². »

Une fois la pente de restauration acquise, la lutte entre les forces de la nature destructive et les forces de la nature vivante commence à s'affaiblir, et la victoire passe du côté de la végétation qui, peu à peu, s'empare du terrain, tout d'abord par individus isolés — évidemment les espèces les plus résistantes, les plus rustiques — puis finit par la constitution d'une association végétale qui ne comprend plus d'ailleurs les individus isolés qui s'étaient accrochés au début sur le sol nu. Cette association végétale peut être identique à celles qui caractérisent les stations analogues de la zone naturelle de végétation à laquelle appartient le lieu considéré — mais pas toujours. En effet, un sol privé de végétation, au bout d'un certain temps se transforme : il ne présente plus les mêmes conditions ; ses qualités physiques, même minéralogiques parfois, ne sont plus identiques. Un sol forestier diffère de tous les sols végétaux, et combien plus encore d'un terrain nu ! Le milieu forestier facilite la vie des arbres. De là résulte le fait de ne pas trouver une telle essence dans une association, quoiqu'elle se trouve à côté dans une association plus ancienne.

Pour préciser encore, les savants, qui ont étudié le phénomène de l'installation de la végétation sur les moraines abandonnées récemment par les glaciers, ont pu observer que, tout d'abord, ce sont les algues, les lichens et les mousses qui s'emparent du sol, puis, dans le milieu créé par eux, viennent les plantes issues de graines germant apportées par le vent, ensuite les plantes vivaces qui rejettent, enfin s'installe la forêt subalpine des forestiers, c'est-à-dire l'épicéa et le mélèze, quelquefois le pin sylvestre, le pin à crochets ou le pin cembro, accompagnés par des arbustes et arbrisseaux sous-alpins ou montagnards ⁵³. Voilà donc la marche normale de la nature.

⁵² Bernard [9], p. 304.

⁵³ Voir Bernard [9], p. 306.

Ainsi, sur cette question du revêtement des versants par la végétation, on est arrivé à établir les principes suivants :

1. « Lorsqu'une surface à très forte pente se trouve subitement privée de toute armature végétale, les organismes végétaux ne peuvent, dans les conditions actuelles de sol, de climat et de pente superficielle, s'en emparer immédiatement par leurs propres moyens. A la disparition de la couverture végétale du sol succède une phase d'ablation. »

2. « Il n'est possible aux organismes dont il s'agit de lutter victorieusement contre les forces naturelles de dégradation que lorsque la pente du sol a pris une valeur plus faible que celle qu'elle avait tout d'abord, toutes autres circonstances demeurant les mêmes ⁵⁴. »

Faut-il donc, pour travailler sur les terrains instables soumis à ces lois, attendre que soit écoulée cette phase d'ablation ? Attendre le moment où se constituerait cette pente de restauration ? Mais alors, pourquoi parler de restauration des montagnes, si nous laissons passivement le mal s'aggraver et menacer la vie humaine ? L'action immédiate s'impose, et pour résoudre le problème, deux moyens ont été envisagés : chercher à donner artificiellement cette pente de restauration, trouver les végétaux capables de s'y installer aussitôt.

Les végétaux d'abord. Nous avons besoin de plantes capables de s'accrocher rapidement au terrain, de faire pénétrer leurs racines profondes dans le sol, afin d'enserrer, dans un inextricable fouillis de radicules, les éléments superficiels émiettés, en même temps de fixer la végétation par un pivot assez long enfoncé jusque dans la roche en place. Alors seulement, le végétal aura quelque chance de résister à la désagrégation qui se poursuit encore et de vivre, même quand le chevelu de ses racines est mis accidentellement à nu à la surface. Seules peu-

⁵⁴ Bernard [9], p. 308.

vent s'accommoder à une vie aussi rude les espèces rustiques, se contentant de peu, des expositions les moins favorables, des versants chauds exposés au Sud, presque toujours calcaires et qui sont les plus dégradés.

Nous avons besoin de végétaux qui résistent bien aux blessures provoquées par le choc des pierrailles, parce qu'ils sont capables de repousser des souches; de végétaux qui, coupés périodiquement, permettent d'obtenir de larges cépées, car ils peuvent seuls nous rendre les services que nous attendons. Il faut éviter la présence dangereuse de grands arbres qui cèdent à la moindre poussée du vent, ou que leur propre poids entraîne avec le sol peu consistant.

Nous avons besoin d'espèces qui peuvent se reproduire facilement par boutures ou s'étendre par des drageons, marcottes, qui prennent de la vigueur dans un enfouissement progressif et qui ont une croissance rapide. Des plantes touffues, épaisses, constituent ainsi de petits barrages vivants qui arrêtent derrière eux les terres qui coulent sur les pentes. Non seulement ces terres retenues valent déjà mieux, au point de vue végétal, que la roche lessivée, mais encore elles se trouvent disposées, par leur immobilisation, sur une pente inférieure à celle du versant et qui tend vers la pente de restauration.

En un mot, il nous faut des plantes colonisatrices qui préparent le milieu favorable à l'installation des essences définitives.

Les résineux ne peuvent pas remplir les conditions que nous venons d'énumérer. Ils ne rejettent, ni ne drageonnent, ni ne se marcottent; une fois coupés, le vide provoqué par leur disparition ne sera rempli que par une nouvelle plante mise en place par l'homme. Ils résistent mal aux blessures causées par le choc des pierres; déracinés, enfouis, ils souffrent et périssent.

Parmi les résineux, seul — à peu près — le pin noir d'Autriche a pu s'accommoder, mais non pas partout; il végète mal sur les terres noires, sur les terrains croulants; au bout d'un

certain temps, il peut même périr. Son adaptation n'est jamais complète.

Mais les plantes possédant les propriétés que nous avons plus haut jugées nécessaires existent; seulement, elles se trouvent parmi *les feuillus*.

Ce sont tout d'abord les plantes capables d'assimiler l'azote atmosphérique au moyen des mycorhizes et des nodosités, comme une grande partie des espèces de la famille des papilionacées, telles que les genêts (*Genista*), les cytises (*Cytisus*), la bugrane (*Ononis*), etc.; puis l'argousier (*Hippophae rhamnoides*); les aulnes, etc... Comme plantes qui poussent en touffes, on trouve parmi les graminées : les *calamagrostis* (la bouche), etc...; parmi celles qui drageonnent, bouturent, marcottent, les divers saules, peupliers, etc... ⁵⁵.

L'action de stabiliser et de couvrir d'abord le terrain avec des espèces colonisatrices transitoires s'appelle *embroussaillement*. Il doit améliorer le sol au maximum et préparer le milieu aux essences définitives qui formeront la couverture vivante normale.

La manière même d'exécuter l'embroussaillement diffère de celle de la plantation ordinaire. Comme il s'agit de fixer les terrains instables, d'empêcher l'érosion, il est bien certain que la végétation doit être étendue en surface et non pas en hauteur, de manière à arrêter en même temps les matériaux terreux qui pourraient encore se mettre en mouvement jusqu'au moment où la végétation parvient à stabiliser le sol sur la pente.

L'opération consiste à enterrer solidement des rangs épais de plants, de boutures ou de drageons pris aux végétaux dont nous avons parlé, d'installer le plus souvent des raies parallèles — sorte de barrages perpendiculaires — tout le long des pentes, du bas jusqu'en haut. Une fois enracinées, ces plantes forme-

⁵⁵ Nous donnons en annexe la liste des principales espèces employées dans le gazonnement et l'embroussaillement des terrains nus.

ront une haie capable de retenir les matériaux qui auraient pu tomber d'en haut et sur lesquels elles s'étendent. Par ce moyen, le manteau végétal s'empare de la pente entière, soit que les haies vives s'étalent dans les espaces qui les séparent, soit que d'autres plants aient été installés à l'abri entre deux rangées.

Quelquefois — et cela nous ramène à l'idée de la pente de restauration — on est obligé, à cause de la raideur de la pente à reboiser, de recourir à des travaux spéciaux de stabilisation, tantôt préalables, tantôt, le plus souvent, effectués en même temps que l'embroussaillage : il s'agit des clayonnages, petits barrages de bois qui retiennent les débris croulants. Ce sont presque toujours des haies de branches flexibles disposées en entrelacs autour de piquets enfoncés solidement dans le sol et à l'abri desquelles on installe les plants pour l'embroussaillage. Ces plants se développent grâce à cette protection, le sol se fixe davantage, la broussaille dépasse en hauteur le clayonnage, le remplace et s'étale comme précédemment.

Dans des situations pires, on procède au garnissage des blessures sur une certaine épaisseur avec des branches appliquées sur l'échancrure. Ces branches ne sont pas forcément destinées à vivre et à s'enraciner, mais elles couvrent le sol, le protègent contre l'érosion, retiennent les matériaux de désagrégation et formeront avec eux un milieu poreux, fertile et stable où l'on introduira les boutures ou les plants.

Ces systèmes pourront se modifier, se combiner même — pierres et bois — d'après les circonstances : sol, pente, état du terrain, matériaux de travail trouvés sur place (branches, pierres, etc...).

La réussite de ces travaux dépendra dans une grande mesure de leur ampleur, de leur bonne exécution, de la surveillance exercée sur eux, de leur adaptation aux conditions locales.

Ordre d'exécution des travaux.

Travaux de correction et reboisement ? Dans quel ordre convient-il d'en commencer l'exécution ? D'après M. Bernard⁵⁶, dans cette tentative de restauration de la montagne, il serait normal de chercher à reboiser d'abord. En effet, le reboisement doit retarder, puis supprimer le décapage des versants, et en second lieu, aboutir à la régularisation du régime des torrents par le filtrage et la retenue des eaux de ruissellement. Par là, les crues seront diminuées et les torrents, roulant moins de matériaux, seront moins dangereux. Alors les travaux de correction pourraient suivre; ils nécessiteraient moins d'ouvrage, moins de temps et par conséquent seraient moins chers.

Mais que d'objections faciles à prévoir contre cette façon de procéder : d'abord la loi de 1882, qui réglait jusqu'en 1913 la constitution des périmètres — et tous les périmètres des Alpes ont été fixés d'après cette loi — ne permettait, nous l'avons vu dans le chapitre précédent, d'englober dans les terrains à reboiser par mesure de protection qu'une portion infime des sols dégradés. Cette surface ne représente qu'un pourcentage insignifiant par rapport à l'ensemble du bassin d'alimentation d'un torrent. Même reboisée, elle ne peut jouer aucun rôle sur le régime des eaux. D'autre part, elle est toujours constituée par des lambeaux instables, car la loi précisait que seuls pouvaient justifier des travaux, les terrains présentant un danger « né et actuel ». Or, il est impossible d'en tenter le reboisement avant l'installation préliminaire d'ouvrages de correction. En deuxième lieu, la forêt pousse lentement. Ses effets bienfaisants ne se feront sentir qu'après de longues années. Bien souvent, le danger est immédiat; des mesures de secours s'imposent : il faut avant tout mettre à l'abri les villages, les voies de com-

⁵⁶ Voir [9], p. 591 et p. 631.

munication menacés. Il faut donc entreprendre les travaux de correction avant de songer au reboisement.

Ces considérations ont certainement leur valeur. En réalité, dans la pratique actuelle, on conçoit le plus souvent l'exécution simultanée de ces deux séries de travaux. En même temps que s'installent les barrages les plus urgents commence le boisement des terrains nus encore stables. Puis on s'attaquera aux versants instables pour les boiser, à mesure que leur consolidation est assurée.

CHAPITRE V

LES TRAVAUX

Sur la limite supérieure de la végétation.

Voyons maintenant si la méthode de correction des torrents (à affouillement) préconisée et appliquée par Demontzey dans les Basses-Alpes, et qui tend à opposer une force vive, la forêt, à d'autres forces brutales destructrices, méthode généralisée ensuite pour tous les travaux similaires dans les Alpes françaises, peut se justifier entièrement. Demontzey même se pose ce problème, avant de commencer à exposer ces travaux et leurs résultats : « La première question à résoudre — écrit-il — était de savoir si la végétation forestière pouvait être introduite à nouveau à des altitudes bien supérieures à celles des forêts actuelles. *De la solution de cette question primordiale dépendait, dans la plupart des cas, la justification de la méthode*, car bon nombre de grands torrents ont leur origine à des altitudes de près de 3000 m., alors que les forêts actuelles atteignent à peine 2000 m. ⁵⁷. » Et il répond affirmativement. En effet, dès 1878, dans un autre ouvrage ⁵⁸, il écrivait que la limite supérieure actuelle de la forêt dans les Alpes françaises n'était pas une limite due à une loi naturelle de division des versants de la haute montagne en deux zones : d'une part, en bas, la forêt, et, d'autre part, au-dessus d'elle, la pelouse alpine. Il expliquait le rétrécissement actuel de la bande forestière par l'intervention de l'homme qui l'a exploitée inconsidérément ou l'a détruite pour ses besoins : bois et pâturages. La présence des souches ⁵⁹

⁵⁷ P. Demontzey [30], p. 63.

⁵⁸ P. Demontzey [27], p. 244 et suiv.

⁵⁹ P. Demontzey [30], p. 63.

trouvées à des altitudes beaucoup plus élevées que la limite actuelle était pour lui, comme pour d'autres après lui, des témoignages précieux que la forêt, autrefois, montait plus haut qu'aujourd'hui.

Ces affirmations ont trouvé, plus tard, des contradicteurs. Les objections ont été poussées jusqu'à la négation du fait que les Alpes, autrefois, ont été plus boisées qu'aujourd'hui⁶⁰.

Que la forêt ait été, en divers points, rognée pour les besoins de l'homme — en haut et en bas — il n'y a aucun doute, quoi qu'on ait écrit là-dessus. On l'admet sans réticences quand on voit de loin la ligne brisée, irrégulière, imprécise, qui sert de bordure à la forêt en bas, ainsi que ses diverses enclaves. La forêt le prouve elle-même aujourd'hui : quand les montagnes ne sont plus surchargées de troupeaux, elle devient envahissante dans les Alpes, partout où les conditions climatiques le permettent.

Citons, au hasard, les affirmations autorisées de ceux qui ont observé tout particulièrement les progrès de cette extension naturelle. M. Sornay écrit pour les Alpes du Nord que, dans la Haute-Savoie, « c'est l'épicéa qui envahit avec une rapidité inouïe tout spécialement les prairies naturelles situées entre 1300 et 1500 m. d'altitude, autrefois fauchées et maintenant volontairement abandonnées... En Savoie, spécialement dans la vallée de la Maurienne, c'est le mélèze qui prend pied dans les champs que la culture délaisse⁶¹ ». Ce sont les forestiers de Grenoble qui font les mêmes constatations pour le Trièves.

Nous avons nous-même été surpris de la vigueur avec laquelle les arbres s'emparent des pentes dans ces Alpes sèches, surtout, il faut bien le dire, sur les versants Nord. Dans les vallées d'Issole, du Verdon (dans la région de Saint-André et Vergons), des forêts particulières, coupées au ras du sol, au mépris de la plus élémentaire prudence, se régénèrent d'elles-mêmes.

⁶⁰ Voir Lenoble [64].

⁶¹ Voir J. Sornay [93].

Une enquête spéciale faite dans les Basses-Alpes pour un projet de mise en valeur des terrains incultes a permis de constater qu'entre 1908 et 1927, la surface des forêts particulières non soumises au régime forestier est passée de 36.533 ha. à 44.821 ha., soit une augmentation de 8.338 ha. De l'avis de l'Inspecteur forestier, il s'agit là uniquement d'une invasion de la forêt à travers les pâturages moins chargés.

Sur le territoire des communes de Braux, Méailles, Fugeret, dans les vallées de Vaire et du Var Colomp, la forêt de pins sylvestres chasse le mouton en bas; de même dans la vallée du Verdon, les forêts des communes de Thorame-Haute, Thorame-Basse et de Beauvezer. Les pins des séries domaniales de Vergons, Angles et Saint-André envahissent les champs et les anciennes lavanderaies. Sur le territoire de la commune de Villars-Colmars, la forêt du Puy, constituée de mélèzes, refoule dans le bas les pâturages et les cultures abandonnées. Dans les Hautes-Alpes, on peut observer la même invasion de mélèzes dans les prairies du versant Nord des communes de Crévoux et des Orres.

Des versants entiers, autrefois pâturés, commencent à se couvrir d'arbres sitôt que les troupeaux diminuent. Entre la petite rivière d'Angles et le ravin de Pinadoux (commune d'Angles, dans les Basses-Alpes), un ancien pâturage communal, exposé au Nord, se reboise seul en pins sylvestres, bien qu'il soit encore parcouru de temps à autre par des troupeaux. De même, sur la commune de Courchon, dans le bassin de l'Asse, des montagnes pastorales, toujours de versant Nord, sont envahies par la végétation forestière. Dans la vallée d'Issole, au quartier dit de Aïgue-Nègre, les anciens vagues communaux du versant exposé à l'Est se sont reboisés seuls. Sur le territoire de la commune de Vergons, dans les Basses-Alpes, le quartier nommé Crémon, exposé au Nord, en face de la série de l'Etat, comporte un vaste pâturage. Il y a 70 ans, il n'avait d'autre bois que quelques pins sylvestres piqués çà et là, à l'ombre desquels s'abritaient les moutons. Les bergers s'empressaient de couper les

nouveaux sujets. Puis le nombre de moutons a diminué; les bergers n'ont plus jugé nécessaire de lutter contre l'installation des jeunes arbres. Aujourd'hui, des îlots de forêt peuplent déjà le versant et grimpent à l'assaut de la première crête. Pouvons-nous fixer d'avance la limite d'altitude qui l'arrêtera ?

Evidemment, dans le haut, les conditions climatiques doivent arrêter les arbres, mais nous ne pouvons pas savoir exactement si la limite actuelle de telle forêt coïncide avec celle que lui imposent les conditions physiques. Ce qui est certain, c'est que les exemples ne manquent pas de forêts gagnant vers le haut. Dans la montagne de Cordœil, sur la commune de Thorame-Basse, on dit que le pin sylvestre, qui stationnait vers 1600 m., envahit aujourd'hui jusqu'à 1700 m. les pâturages encore utilisés, mais dans une mesure restreinte. Partant du canton du Puy de la forêt communale de Seyne — vallée de la Blanche, département des Basses-Alpes — l'épicéa se répand peu à peu dans les alpages. Enfin, à l'Inspection forestière de Digne-Sud, on affirme que des communes ont coupé du bois jeune au-dessus de la limite des forêts soumises, d'où cette déduction que ce bois n'existait pas au moment où a été établie cette limite.

Des exemples analogues à ceux que nous avons cités fourmillent. Nous n'avons pas eu le temps de les rechercher personnellement, car le but de notre enquête est tout à fait différent. Nous savons, d'autre part, que des documents d'archives témoignent de l'ancienne extension de la forêt alpine. Des auteurs se sont intéressés et s'intéressent encore à ce sujet. En ce qui nous concerne, il nous suffit de pouvoir conclure que les Alpes, ayant été plus boisées hier, pourront l'être plus aussi demain.

Demontzey a poussé beaucoup plus loin ses affirmations; il prétend que la pelouse alpine actuelle n'aurait pu s'installer sans l'abri des arbres, et que « la création de nouvelles pelouses sur des terrains supérieurs absolument dénudés ne peut être assurée que par l'intervention de la forêt ⁶² ».

⁶² P. Demontzey [27], p. 249.

Evidemment, ses conclusions l'ont déterminé à déclarer que, « dans le cas d'un torrent à éteindre, on devra ne pas hésiter « un seul instant à porter le reboisement beaucoup plus haut « que peuvent l'indiquer les forêts actuelles et ne s'arrêter « qu'aux terrains où les neiges sont susceptibles de demeurer « pendant plusieurs années de suite ⁶³ ». Dans une autre étude, il reprend cette idée : « On a pris pour règle de ne s'arrêter qu'aux terrains où les neiges sont susceptibles de demeurer pendant plusieurs années de suite, et l'on a procédé par voie de semis ou de plantation, selon le cas, soit de mélèzes, soit de pins cembro. Depuis plus de 25 ans — ajoute-t-il — des expériences nombreuses ont été opérées sur de vastes surfaces à des altitudes variant de 2000 à 2900 m. et aux différentes expositions ⁶⁴ ».

Mais à cette affirmation surprenante, M. Mougin nous permet d'ajouter un correctif, et il traduit la mise au point que nous aurions jugée nécessaire quand il écrit : « Il convient de noter qu'aucun reboisement n'a été tenté entre 2400 m. et 3000 m. d'altitude ⁶⁵. »

Nous ajoutons d'ailleurs que nous n'avons jamais vu dans les Alpes de plantations poussées si haut que l'affirme Demontzey.

Il sentait bien que cette conquête de l'altitude par l'arbre poserait des problèmes, mais sa foi l'engageait à croire que les solutions s'imposeraient finalement aux chercheurs. « Il est évident que les conditions de la végétation des essences forestières présenteront certaines difficultés, surtout dans les premières années, mais l'art forestier saura bien les surmonter et rétablir, là où elle fait si cruellement défaut, la végétation ligneuse disparue par le fait de l'homme seul ⁶⁶. »

Quoi qu'il en soit, les tentatives ont échoué, c'est un fait, et

⁶³ P. Demontzey [27], p. 249 et 250.

⁶⁴ P. Demontzey [30], p. 64.

⁶⁵ P. Mougin [76], p. 528.

⁶⁶ P. Demontzey [27], p. 250.

on n'a pas manqué de les reprocher aux forestiers; mais elles paraissaient justifiées par l'existence de témoins d'une extension ancienne : souches, arbres isolés, ou même bouquets d'arbres au-dessus de la zone forestière actuelle. Bien entendu, il est difficile de lutter avec les rigueurs du climat de la haute montagne : un seul jour anormal — de trop grande sécheresse ou de froid excessif — suffit pour détruire les résultats appréciables de plusieurs années de travaux.

Aujourd'hui, l'affaire est classée, l'expérience est faite : on n'exécute plus de semis ou de plantations au delà de 2000-2200 m. au maximum. D'ailleurs, qu'importent 50-100 m. de plus ou de moins dans l'ensemble des forêts alpestres !

Après cette capitulation, les forestiers se sont décidés à conserver au moins à la forêt sa limite supérieure actuelle. Et voilà qu'ils se heurtent à une nouvelle et troublante énigme : la bande supérieure des forêts — celle appelée par M. Mougin la bande de sacrifice ⁶⁷ — a aujourd'hui une tendance très nette à s'appauvrir : de vieux arbres disparus — coupés par l'homme ou morts — ne sont plus spontanément remplacés; des espaces restent vides. Un seul remède semble applicable : la plantation.

Quand il s'agit d'une forêt de mélèzes, cette impossibilité de régénération se pose pour toute son étendue.

Le monde des forestiers et des naturalistes travaille à discerner les raisons de cette impossibilité de régénération naturelle, afin d'en déduire, entre autres, les moyens à employer pour fixer définitivement la limite supérieure de la forêt sur son emplacement actuel. Certains n'hésitent pas à invoquer un changement possible de climat.

Laissons-les discuter, car nous n'avons ni la possibilité, ni l'intention de nous mêler à leurs recherches. Bornons-nous à exposer les travaux effectués dans les Alpes en vue de leur « reboisement ».

⁶⁷ P. Mougin [76], p. 529-530.

Leur nombre et leur extrême variété nous obligent à opérer un classement. Tout d'abord, nous nous occuperons des torrents que nous divisons en deux groupes d'après leurs rapports avec la forêt :

- 1) Torrents qui ont leurs bassins de réception, en tout ou en partie, au-dessus de la limite actuelle des forêts;
- 2) Torrents compris dans la zone des forêts.

Suivant que nous avons affaire à un torrent de la première ou de la deuxième catégorie, nous prévoyons les travaux qu'ils nécessitent et les résultats que nous en pourrions attendre.

1) Torrents qui ont leurs bassins de réception, en tout ou en partie, au-dessus de la limite actuelle des forêts.

Est-il possible de se faire une idée de l'étendue de cette portion du domaine des torrents qui, par son altitude, échappe à la forêt ? M^r M. Pardé nous épargne le soin de ce travail délicat, du moins pour les Alpes rhodaniennes. Il a établi, dans son travail sur *Le régime du Rhône* ⁶⁸, un tableau des surfaces drainées par les diverses rivières des Alpes. D'après lui, l'ensemble des Alpes rhodaniennes comprend 33.811 km², dont :

6.897 km ² ,	soit 20 %,	au-dessous de	500 m.
9.491	— 28 %,	entre	500 et 1000 m.
7.210	— 21 %	—	1000 et 1500 m.
4.298	— 13 %	—	1500 et 2000 m.
3.583	— 11 %	—	2000 et 2500 m.
1.811	— 5 %	—	2500 et 3000 m.
521	— 2 %	au-dessus de	3000 m.

Total. . . . 33.811 km², soit 100 %

Nous renvoyons, pour les détails des surfaces drainées par chaque rivière, au tableau de M. Pardé annexé au présent ouvrage.

⁶⁸ M. Pardé [82].

Après l'examen de ces chiffres, M. Bernard ⁶⁹ en arrive à cette conclusion que 12 % seulement de la surface totale des Alpes drainées par les affluents du Rhône se hisse en dehors du manteau forestier. Sur le reste, soit 88 %, c'est-à-dire « sur le territoire où s'alimentent en presque totalité les torrents, l'homme n'est pas tout-puissant, mais il peut beaucoup pour améliorer l'état de choses actuel ». Quoique les moyens de lutte contre les torrents soient limités, il trouve qu'ils ne le sont pas au degré indiqué par d'autres auteurs ⁷⁰. Il justifie son affirmation par le fait que les matériaux arrachés à la montagne — éboulis, dépôts glaciaires — l'ensemble des terrains nommés « terres noires » (roches très affouillables), sont « surtout dans les régions de basse et de moyenne altitude, tandis que le haut relief est en presque totalité constitué par des roches résistantes ».

Ainsi, dans cette surface dépassant la zone de la forêt (12 % du total), ne se trouverait, d'après lui, qu'une infime proportion de roches tendres. Et nous en pourrions conclure que les torrents des Alpes, que nous avons placés dans la première catégorie, offrent de ce fait, dans leur ensemble, peu de dangers.

Or, l'expérience nous prouve le contraire, car il suffit que ces roches tendres, plutôt rares, se trouvent par malchance rassemblées dans trois ou quatre bassins de réception pour faire, des trois ou quatre torrents, la terreur d'une région.

Prenons, par exemple, *le torrent de Saint-Antoine* ⁷¹, dans la *Haute-Maurienne*, affluent de gauche de l'Arc, et sur le cône de déjections duquel se trouve bâtie la ville de Modane. Son bassin de réception, en forme d'hémicycle, est dominé à l'Ouest par le Mont Rond (2680 m. d'altitude), à l'Est par la Pointe de Norma (2926 m.) et au Sud par la Belle-Plinier (3111 m.). La surface drainée par ce torrent est de 680 ha., dont 300 ha., soit 44 %, se

⁶⁹ Bernard [9], p. 565.

⁷⁰ Voir M. Pardé [82], p. 491-494.

⁷¹ Voir P. Mougin [75], p. 998-1004.

trouvent au-dessus de la cote 2200 m. Il ruisselle à travers des formations géologiques très tendres et très affouillables. La région supérieure à la cote 1600 m., c'est-à-dire tout le bassin de réception, est constituée par des schistes lustrés. Au-dessous, les calcaires compacts du Trias apparaissent à l'aval de la prise d'eau de la ville de Modane. Enfin, la gorge inférieure s'ouvre dans les gypses et cargneules. Le bassin de réception est sillonné par un grand nombre de ravins en éventail, disposition qui favorise la soudaineté et l'intensité des crues. Le torrent a une longueur de 5.880 m. avec une pente moyenne de 25,7 %; mais cette pente varie dans de grandes proportions : ainsi, sur le cône de déjections elle est de 9,7 %, tandis qu'entre la prise d'eau de Villarodin et le trop-plein du canal de Modane, elle atteint 53,24 %.

La nécessité de défendre la ville de Modane et d'assurer la circulation sur la route nationale de Paris à Turin et sur la voie ferrée du Rhône au Mont Cenis a fait incorporer le torrent de Saint-Antoine avec neuf autres torrents dans un périmètre de restauration constitué par la loi d'utilité publique du 26 juillet 1892. Du domaine périmétré du torrent de Saint-Antoine, l'Etat a pu acquérir, en vue des travaux de correction nécessités, une surface de 277 ha. sur un total de 680 ha. qui constituent le bassin de réception dudit torrent.

L'Administration forestière a commencé les travaux de restauration en 1896. Pour la fixation ou même l'exhaussement du lit du torrent en certaines parties affouillables, on a fait construire un certain nombre d'ouvrages en pierre. Les berges mouilleuses ont été drainées, opération nécessaire pour la stabilisation des versants menacés; ainsi devenait possible l'installation de la forêt. Les plantations ont été poussées jusqu'à 2400 m. d'altitude, mais la forêt massive réussit jusqu'à 2200 m. Au delà ce sont les alpages.

Pour empêcher la formation des avalanches — qui chaque année glissent sur le flanc du Mont Rond (2680 m.) et qui, descendant dans la gorge, en dehors du fait qu'elles apportaient

des matériaux dans le torrent, rendaient impossible la plantation d'une pente raide qu'il importait de boiser — on a établi un certain nombre de murs en pierre dans la zone d'alimentation de ces avalanches.

Mais nous pouvons constater qu'une bonne partie du bassin de réception du torrent — soit 44 % — qui appellerait particulièrement notre attention, échappe au pouvoir de la forêt.

Comme nous l'avons signalé plus haut, une foule de ravins en éventail sillonnent le bassin de réception, enfoncé dans les schistes lustrés. Or, la branche principale du torrent et ses ravins affouillent même dans le haut. Il a donc fallu que la plupart de ces ravins : ravin de Norma, des Glaciers, des Edelweiss, des Rocs, de la Baraque, de la Montagne, soient corrigés, fixés sur place, par le moyen de seuils en pierres sèches remontant vers leur origine jusqu'au delà de 2500 m.

Ajoutons enfin que, à cause de leur altitude, les cimes qui entourent et dominent le bassin du torrent sont soumises, en raison de leur nudité, à l'action violente des agents atmosphériques : les schistes et les cargneules se désagrègent facilement, contribuent à la formation d'immenses talus d'éboulis. Sans doute, la plus grande masse de ces débris reste entassée contre les flancs de la montagne, mais ceux qui dégringolent dans les ravins proches seront balayés par les eaux en crue. Contre la formation de ces éboulis, rien à faire, mais leur transport aujourd'hui ne constitue plus guère de danger.

On considère, en effet, le torrent de Saint-Antoine comme corrigé. Cela a été obtenu — dès avant la guerre — par la construction d'environ 360 ouvrages : beaucoup de seuils en pierre et quelques barrages. Tous les travaux : forestiers, de correction et frais généraux montent, à la fin de l'année 1924, au total de 496.791 francs, dont la plus grande part, 403.000 francs, soit 80 % du total, dépensée pour les travaux de correction qui englobent les ouvrages de premier établissement et les réparations nécessitées ensuite :

	Neufs	Réparations
Fascinages	484 fr.	
Clayonnages	1.596	744 fr.
Barrages et murs d'avalanches.....	223.947	125.027
Façonnage de lit.....	2.664	
Drainages	39.395	8.933
Total.....	268.086 fr.	134.704 fr.

Mais, dira-t-on, au moins avez-vous obtenu des résultats ? Oui. Depuis l'achèvement de la correction jusqu'aujourd'hui, Saint-Antoine n'a plus provoqué de dégâts en bas. A l'occasion de diverses périodes de crues affectant la région entière, d'autres torrents ont « craché », lui n'a pas gêné les riverains. Il charrie, mais peu et d'une manière régulière. La ville de Modane est tranquille, la voie ferrée et la route nationale en sûreté.

M. Mougin, dans son travail ci-dessus cité, raconte qu'au 31 juillet 1906 « un violent orage, qui en deux heures donna 63 mm. d'eau au poste pluviométrique du Mont Fréjus, sévit aussi sur le versant septentrional de la Belle-Plinier. Il se produisit quelques érosions sur le flanc du Mont Rond, mais tous les ravins du bassin étant corrigés, les affouillements furent minimes et le charriage nul. Dans le bas, par contre, sur le cône de déjections, la crue surcreusa le thalweg et entraîna dans l'Arc des matériaux provenant uniquement de la région inférieure ». Cela en 1906, quand la correction n'était pas terminée; elle a été achevée en 1911.

Le torrent de Saint-Antoine n'est pas un cas isolé; les Hautes-Alpes nous en offrent encore maints exemples qui, placés dans des conditions analogues, ont nécessité d'aussi importants travaux de correction.

Le torrent de l'Envers⁷², dans la Haute-Maurienne, a une longueur de 5 km. 500; les pentes des versants varient entre 30 et 70 %. Comme pour le torrent de Saint-Antoine, toute la partie

⁷² P. Mougin [75], p. 991-997.

supérieure du torrent est constituée de schistes lustrés; les gypses et les cargneules forment, là aussi, le soubassement de la montagne. Son bassin de réception occupe une surface de 805 ha., dont 236 ha. au-dessous de 2000 m., 367 ha. entre 2000 et 2500 m. et 202 ha. au-dessus de 2500 m. La forêt, qui occupe 70 ha., soit 8,7 %, ne monte pas au delà de 2200 m. d'altitude. Plus haut, la végétation forestière se réduit à quelques traces; les pentes sont donc nues et labourées tous les hivers par les avalanches. En temps ordinaire, le torrent est à sec, mais ses crues sont subites et considérables; elles engendrent d'énormes laves, menaçant d'engloutir le village de l'Envers, et elles peuvent même atteindre la route nationale n° 6. Des travaux ont été effectués, mais la présence des gypses juste dans la gorge en compromet la solidité et les résultats.

Le torrent de Charmaix ⁷³, dans la Haute-Maurienne, formé par la réunion du ravin des Houillettes et du ravin de la Grande-Montagne, a, dans son ensemble, une surface de 5.356 ha., dont 868 ha. au-dessous de 2000 m., 2.231 ha. entre 2000-2500 m. et 2.257 ha. au-dessus de 2500 m. d'altitude. La forêt occupe une surface de 530 ha., soit 10 %, et nulle part elle ne s'élève à la limite supérieure naturelle de la végétation forestière, qui est de 2400 m. sur le Mont Rond. Malheureusement, la résistance des roches ne vient pas compenser l'inconvénient d'un aussi faible taux de boisement, au contraire. Toute la moitié orientale du bassin, la Combe des Houillettes et les bassins de réception des ravins d'Arrondaz et du Fréjus sont constitués par des schistes lustrés assez tendres qui se continuent à l'Ouest par une bande de cargneules et de gypses triasiques. Dans la vallée de la Grande-Montagne, on rencontre principalement des grès et des schistes houillers. On ne trouve de roches résistantes qu'au Sud-Ouest : calcaires compacts, quartzites et grès houillers.

Le Charmaix débite à l'étiage 0 mc. 290, dans les eaux ordi-

⁷³ P. Mougin [75], p. 1008-1015.

naires 1 mc. 200, et à l'occasion des grandes eaux 16 mc. Mais son volume, quand tombent des sacs d'eau en montagne, peut devenir beaucoup plus considérable. Il menace le village des Fourneaux et une partie de l'agglomération de Modane-gare; la route nationale n° 6 de Paris au Mont Cenis, le chemin de grande communication n° 21 de Saint-Michel à Modane, la voie ferrée de Culoz à Turin.

Le torrent de Saint-Julien en Maurienne ⁷⁴ a un bassin exposé au Sud, formé d'un vaste entonnoir rocheux, absolument nu, limité par la Pointe du Vallon (2787 m.), le col du Porcher et le Perron des Encombres (2828 m. d'altitude); les pentes qui ne sont pas inférieures à 75 %, le fond de l'entonnoir se trouvant à 2050 m., creusé dans le roc, embarrassé de blocs énormes. Il draine une surface de 2.137 ha., dont 1.282 ha. au-dessous de 2000 m., 730 ha. entre 2000 et 2500 m. et 125 ha. au-dessus de 2500 m. d'altitude. Le cours supérieur du torrent se trouve installé dans les calcaires liasiques au sommet, les schistes et calcaires liasiques, cargneules et gypses triasiques sur les pentes, disposés en bandes parallèles s'allongeant du Nord au Sud. La forêt occupait en 1894 une surface de 304 ha., soit 15 % du total. Les eaux à l'étiage ont 41 lit.-sec., les eaux ordinaires 0 mc. 589, mais elles atteignent 13 mc. 748 pendant les grandes eaux. Pourtant les crues peuvent monter soudainement jusqu'à 455 mc. (14 juillet 1900). Avant la correction, qui a été effectuée suivant une vue particulièrement originale, le torrent menaçait directement le village de Saint-Jullien et les communications avec la Haute-Maurienne et l'Italie : voie ferrée, route nationale, et indirectement le village de Montdenis. Parmi les travaux innombrables et très variés, rappelons le canal d'écoulement sur le cône de déjections et le tunnel creusé en roche dure qui a éloigné le torrent du versant particulièrement menacé que domine le village de Montdenis.

⁷⁴ P. Mougin [75], p. 1074-1093.

En Maurienne encore, le torrent de Pontamafrey ⁷⁵, long de 6 km. 800, avec une pente moyenne de 32 %, se fait une tapageuse réclame avec ses fantaisies brutales. En août 1930 n'a-t-il pas capricieusement arrêté le ravitaillement, au cours des manœuvres militaires de la Haute-Maurienne, en bloquant la voie ferrée ? Son bassin de réception a une surface de 1.169 ha., dont 1.016 ha. au-dessous de 2000 m., 157 ha. entre 2000-2500 m. et 22 ha. au-dessus de 2500 m. d'altitude. La forêt occupe une surface de 359 ha., soit 30,7 % du total. La constitution géologique est la suivante : au sommet des schistes, grès nummulitiques reposant sur le Trias (calcaires et gypses); au-dessous, deux bandes de calcaires liasiques, séparées par un noyau de schistes du même système, réunissent la Croix de la Challe à Roche-Noire et forment les gorges et cascades qui limitent-à l'aval le bassin de réception. Les pentes dénudées et ravinées occupent une moitié de la surface de ce bassin; même des arrachements en forêt se sont produits, et ces plaies vives donnent de nombreux matériaux que les eaux remanient ensuite et transportent soit lentement, soit sous forme de laves. Il débite à l'étiage 0 mc. 100, les eaux moyennes 0 mc. 250, les grandes eaux 4 mc. 800. Sa correction est à l'étude et l'exécution des travaux est urgente, car il compte parmi les torrents les plus dangereux de la Savoie.

La Tarentaise n'est pas moins bien pourvue entre Bourg-Saint-Maurice (Sainte-Foy-de-Tarentaise) et Moûtiers. Le torrent de Reclus ⁷⁶, par exemple, a un bassin de réception qui s'étend sur une surface de 2.350 ha., dont 895 ha. au-dessous de 2000 m., 1.077 ha. entre 2000-2500 m. et 378 ha. au-dessus de 2500 m. d'altitude. La partie gauche du versant est constituée de grès et schistes houillers; la droite, exposée au Sud-Ouest, est formée de roches tendres aisément désagrégables et affouillables : schistes lustrés dans le bas, schistes liasiques dans le

⁷⁵ P. Mougin [75], p. 1140-1146.

⁷⁶ P. Mougin [75], p. 727-733.

haut couronnés par une crête résistante de calcaire du Lias. Le torrent a une longueur de presque 9 km., et ses pentes varient entre 45 % et 50 %. « On peut s'imaginer alors l'importance des avalanches qui descendent des sommets pendant l'hiver et qui ont valu au Creux des Morts son sinistre renom, et pendant l'été l'intensité du ruissellement au moment des orages ou à la fonte des neiges. Aussi le Reclus, par ses crues subites et violentes, a-t-il profondément rongé les schistes tendres et les gypses qui constituent une partie de son lit. » La forêt, dans son bassin, n'occupe que 13 % de la surface totale, soit 300 ha.

Enfin citons dans la même vallée — quoiqu'il ne soit pas le seul — le célèbre Morel ⁷⁷ constitué par la réunion de nombreux ravins, avec une surface de bassin de 3.448 ha., dont 678 ha. au-dessus de 2000 m. Sa longueur est de 11 km., ayant une pente moyenne de 11,4 %. Les terrains du bassin du Morel appartiennent surtout aux formations secondaires. Ainsi, une bande de gypse de 70 ha., les schistes liasiques tendres désagrégeables occupent 2.000 ha., soit 43 % du bassin; le Jurassique est représenté par des calcaires schisteux du Bajocien, 420 ha.; le Tertiaire par les schistes du Flysch, 160 ha.; les dépôts glaciaires et les éboulis, 98 ha. Certaines roches dures n'occupent que 320 ha. La forêt, en 1730, ne couvrait que 603 ha., soit 17 %. Les eaux ont à l'étiage 0 mc. 075, en temps ordinaire 0 mc. 250, les grandes eaux 12 mc.-sec. Lors des crues importantes, le volume liquide écoulé s'accroît considérablement; les vitesses de la masse fluide, bien supérieures à la résistance des schistes liasiques et des terres provenant de leur désagrégation, ont amené un affouillement longitudinal et latéral dangereux du lit au-dessous du village de Doucy. D'importants travaux de restauration ont déjà donné des résultats appréciables. Tout le monde forestier s'est intéressé à la dérivation de ce torrent dans un tunnel maçonné qui est considéré comme un chef-d'œuvre du genre.

⁷⁷ P. Mougín [75], p. 803-826.

En Oisans, le torrent de Vaudaine et ses affluents, sur le territoire de la commune de Livet-et-Gavet, est installé dans les schistes cristallophylliens (gneiss et amphibolites, schistes à séricitites) se débitant en plaques et lamelles. Il a un vaste bassin ouvert au Sud et couronné par des crêtes continues très découpées et érodées (altitude maxima 2525 m. au Grand-Vent). L'ensemble est constitué par des matériaux d'éboulis déposés suivant une pente très forte. Il coule, sauf entre 1600 et 2000 m., sur une roche solide, débouche sur la Romanche au point où elle est très étroite, menaçant ainsi de couper cette rivière à l'occasion de crues. Et cette menace est d'autant plus précise que, sur la rive gauche, juste en face de la Vaudaine, descend le torrent de l'Infernet, dont le bassin est au moins aussi déchiqueté que celui de la Vaudaine. La végétation dans le torrent de la Vaudaine n'a pas pu être poussée au delà de 1800 m. à cause de la neige qui glisse sur les pentes raides. Il coupait fréquemment les communications de la haute Romanche, tant par ses apports torrentiels que par les avalanches massives descendant des pentes. Ce torrent de Vaudaine pousse la méchanceté jusqu'à « cracher » systématiquement les ouvrages de correction de son bassin.

En Valbonnais, à Chantelouve ⁷⁸, les bassins de réception dégradés de cinq torrents s'alignent côte à côte sur un versant tourné vers l'Ouest; du Nord au Sud : le Merdarel, les Palles, les Adreys, le Goulet, la Pra. Les altitudes extrêmes sont : 1180 m. environ au col d'Ornon et 2431 m. à la Tête des Filous. Ces bassins aboutissent à des gorges profondément entaillées, coupées de cascades inaccessibles. Les pentes sont très raides : 80 à 100 % d'ordinaire. Le relief est extrêmement déchiqueté et en continuelle transformation en raison de la nature de la roche : ce sont des schistes ardoisiers du Lias calcaire, dont les couches ont été comprimées, bouleversées par le soulèvement

⁷⁸ Voir les archives de l'Inspection de Reboisement de Grenoble.

alpin et parfois même redressées jusqu'à la verticale. L'érosion y agit toujours avec la plus grande énergie, provoquant des éboulements et des dérochoirs importants et dangereux. « Quelques lambeaux de forêt de résineux sur les flancs des nervures exposées au Nord laissent à penser qu'à l'origine la forêt couvrait et protégeait toute la pente, sauf la zone supérieure, au-dessus de 2000 m., franchement alpine. » La correction, si l'on peut employer un si grand mot pour d'aussi vagues résultats, semble manifestement impossible.

Nous avons attiré l'attention sur ces quelques torrents, qui présentent un certain nombre de traits communs, parce qu'ils nous ont paru typiques parmi ceux de notre premier groupe.

Si nous nous sommes borné à quelques exemples précis, il n'en reste pas moins vrai que ce genre de torrents se retrouve un peu partout dans la haute montagne, dans le bassin du Drac en Champsaur, comme en Valgaudemar, dans l'Embrunais et l'Ubaye.

En définitive, ils ne sont pas les plus nombreux, en comparaison avec la foule des torrents de moyenne altitude, mais ils sont les plus dangereux, et nous savons pourquoi.

**

Cependant nous ne saurions trop insister sur les caractères physiques que présentent ces torrents.

Tout d'abord, il s'agit des dimensions exagérées de leurs bassins qui suffisent souvent à expliquer la variété des roches et, par suite, la complexité des procédés à employer pour la correction. Leur localisation dans les grands massifs montagneux, aux longues pentes raides qui récoltent une quantité considérable d'eau, les dote d'une grande force érosive qui s'exerce à l'aise dans les roches tendres.

Ajoutons enfin le caractère orageux des pluies qui donne au torrent un rythme saccadé et qui se traduit par des pulsations dangereuses.

Pour atténuer les effets de tous ces facteurs favorables à la torrentialité, nous ne pouvons agir, comme nous l'avons déjà dit, que sur la pente et sur la végétation.

Mais la forêt, pour cette catégorie de torrents, joue un rôle bien réduit avec son impossibilité de remonter les pentes de roches tendres jusqu'aux hautes altitudes qui auraient le plus grand besoin de sa protection. Ainsi en Savoie, sur un total de 6.288 ha. achetés par l'Etat jusqu'en 1930, 2.128 ha. ne sont pas susceptibles de reboisement, soit 35 %; dans le périmètre de la haute Durance, c'est 5.929 ha. impossibles à reboiser sur un total de 9.070 ha. achetés, soit 65 %.

Il nous reste la possibilité d'intervenir sur la pente, de la réduire, de l'émietter avec nos barrages, de les multiplier, s'il est besoin, et de les faire remonter, comme on l'a fait pour le torrent de Saint-Antoine en Maurienne, jusqu'aux dernières branches affouillantes du torrent.

Dans le bas, la forêt veut bien jouer çà et là son rôle, mais elle l'accepte plus volontiers si l'homme intervient contre le torrent pour fixer, stabiliser son lit. Plus haut, la collaboration cesse, la forêt se réfuse; nous devons nous substituer à elle pour assurer la protection de la montagne. Et puisque nous ne pouvons opposer à la force vive du torrent la force vive et croissante de la forêt au-dessus de certaines limites (2000-2200 m.), nous serons bien obligés de donner à nos barrages un caractère permanent, définitif, « quoiqu'ils ne soient que de mesquins ouvrages de défense, des masses passives opposées à des forces actives ».

Il résulte de ces considérations que les sommes consacrées au reboisement sont bien inférieures à celles que réclament les travaux de correction. Ainsi, pour la Savoie, les travaux forestiers — jusqu'en 1930 — ont nécessité 886.461 francs, tandis que la correction a réclamé la coquette somme de 9.667.070 francs.

Nécessité d'entretenir les travaux. — Et comme le torrent est un être vivant, mobile, qui peut évoluer, qui attaque et détruit,

il attaquera les ouvrages qui prétendent lui opposer une résistance. Toutes les constructions humaines, routes, voies ferrées, ponts, tunnels, maisons, finissent par céder au temps — nous disons à l'action subaérienne — qui les ronge; plus rapidement encore doivent périr les barrages sous la poussée continuelle et surtout brusque des eaux. Qui pourrait songer à les abandonner après leur construction, puisque la sécurité de la montagne repose sur leur solidité ? Il ne faut pas croire que les travaux achevés n'ont plus besoin de nos soins, qu'un torrent puisse être considéré comme étant corrigé pour toujours et livré à lui-même dans l'avenir. Ils doivent être, au contraire, l'objet d'une surveillance rigoureuse, chaque brèche réparée dans le plus bref délai, car les dégâts s'étendent, et la prochaine crue peut emporter tout l'ouvrage et menacer les autres.

D'ailleurs, les réparations sont en général plus coûteuses à l'unité que le premier travail. Pour cette raison, et parce que l'exécution en est plus rapide, plus facile, et peut-être aussi parce qu'ils sont presque aussi efficaces que des barrages volumineux, il semble qu'on donne aujourd'hui une préférence aux travaux rustiques : seuils en pierre sèche ou maçonnerie mixte.

De la bonne conception des travaux de correction, du soin apporté à leur exécution, de la qualité des matériaux employés, enfin de la surveillance consciencieuse exercée ensuite découlent l'économie dans les dépenses à engager, la certitude et la permanence des résultats escomptés.

2) Torrents de moyenne montagne.

Leurs bassins de réception sont compris dans la zone de la forêt. Le torrent qui s'impose à notre choix comme un exemple type est le Labouret, torrent à affouillement, tributaire de l'Ariéol, affluent de droite de la Bléone. Il se trouve dans le département des Basses-Alpes, sur le territoire de la commune de Beaujeu. La branche principale du torrent prend sa source à 1236 m. d'altitude au col du Labouret. Après un parcours de

1 km. 300, il se jette — à la cote 1070 m. — dans l'Arigéol. Il a donc une pente moyenne de 12,7 %. Il reçoit une multitude de ravins, dont le principal, celui de Pipara, prend naissance sur le flanc droit du bassin, à 1360 m. d'altitude.

La direction générale du torrent est Nord-Sud. Il est abrité du côté des vents du Nord-Ouest par les hautes montagnes environnantes. Son bassin, d'une étendue de 113 ha., est creusé presque entièrement dans les marnes noires du Lias, entrecoupées de bancs d'argile et de gypse.

Avant 1862, le Labouret possédait « une notoriété spéciale due aux ravages que ses laves occasionnaient dans les régions inférieures, aux éboulements fréquents de ses berges traversées sur une longueur de 2.500 m. par la route nationale n° 100 — aujourd'hui n° 7 — qui va de Montpellier à Coni... ⁷⁹ ».

C'est avec le Labouret qu'on a tenté pour la première fois dans les Alpes françaises la correction des torrents. Il a servi de champ d'études pour les travaux ultérieurs exécutés dans la vallée de l'Ubaye ⁸⁰.

Les travaux entrepris ont eu pour objet « l'extinction » du torrent *par le reboisement intégral* de son bassin de réception. Dans ce but, son lit principal et ceux de ses principaux ravins ont été fixés par le moyen de barrages en pierre, et les berges ont été reboisées avec des essences : résineux et feuillus. Pourtant, l'essence qui prédomine c'est le pin d'Autriche.

Après dix-huit années de travaux, le torrent dangereux d'autrefois était considéré comme un *ruisseau* désormais inoffensif, sa complète extinction étant acquise. Aujourd'hui, il coule tranquille sur un lit bien garni d'une végétation si drue qu'elle envahit même les anciens barrages, témoins de la première phase de la lutte. Les berges sont solidement fixées et les anciens ravins définitivement disparus sous la végétation. Sur

⁷⁹ Voir P. Demontzey [30], texte p. 237.

⁸⁰ Voir P. Demontzey [30], texte p. 58.



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. V-A. — Le torrent de Labouret (Basses-Alpes) en 1877.



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. V-B. — Le torrent de Labouret en 1927.

toute l'étendue du bassin du Labouret, il y a une belle forêt en massif qui change complètement l'aspect général de l'ancien torrent dont les versants étaient « jadis noirs, instables et désolés ».

Les dépenses faites jusqu'au 31 décembre 1892 se montent à 119.451 francs, dont 72.731 francs pour les travaux purement forestiers, 35.479 francs pour les ouvrages de correction et 11.241 francs pour les travaux auxiliaires et frais généraux.



Le succès remarquable obtenu pour la correction du Labouret nous incite à examiner avec une particulière attention les conditions physiques qui peuvent le justifier. C'est tout d'abord la faible étendue du bassin de réception : il ne s'agit que de 113 ha., dans un massif montagneux qui atteint à peine 1360 m. d'altitude, relief qui donne au torrent une pente de 12,7 % seulement. Il est à peine besoin de faire remarquer quelle énorme différence existe entre ce Labouret et les torrents du premier groupe considéré. Pour le Labouret, le reboisement intégral du bassin de réception a été possible. Une situation si favorable nous permet de comprendre pourquoi la forêt règne ici en maîtresse, en se dispensant de l'aide des barrages autrefois nécessaires, c'est certain. D'ailleurs, les travaux de correction ont bien été refoulés au deuxième plan ; une preuve, c'est qu'on a dépensé deux fois plus pour le reboisement que pour les travaux d'art.

Cette différence notable entre les sommes consacrées à l'une et l'autre de ces deux dépenses peut être mise en relief, même quand il s'agit des travaux effectués sur une région entière. Ainsi dans tout le département des Basses-Alpes — sauf la vallée de l'Ubaye — les dépenses nécessitées par les travaux de reboisement atteignent, à la fin de l'année 1929, le chiffre de 7.621.898 francs, tandis qu'aux travaux de correction, on a con-

sacré seulement 2.114.056 francs. Les mêmes dépenses pour la Drôme s'élèvent à 4.632.729 francs et 1.775.063 francs.

Dans tous les cas semblables à celui du Labouret, la tâche des forestiers, malgré le climat, la nature géologique du sol (très souvent défavorable), l'érosion toujours assez avancée pour retarder l'installation de la végétation, cette tâche a été facilitée par l'exiguïté de l'appareil torrentiel.

Aussi, dans cette catégorie, de nombreux torrents se sont « éteints » et les versants garnis de bois à la suite de travaux entrepris par les forestiers. Les statistiques nous le confirment. Un ouvrage de Demontzey ⁸¹ nous apprend que, depuis le commencement des travaux de correction jusqu'à la fin de 1892, 81 torrents secondaires avaient été éteints et 24 grands torrents. La classification de Demontzey n'a rien de commun avec la nôtre. Pour lui, la division en grands torrents et torrents secondaires était basée sur le chiffre des dépenses effectuées. Était considéré comme secondaire le torrent qui n'exigeait pas plus de 100.000 francs. C'est pour cette raison que le Labouret (et d'autres) s'y trouve inscrit sur la liste des grands torrents (119.451 fr.). Ainsi, parmi les 24 torrents corrigés indiqués sur cette même liste, nous reconnaitrons encore d'autres torrents de notre deuxième catégorie : le Sècheron, le torrent de Saint-Antoine en Oisans, etc., installés dans la zone des forêts.

Quant à nos grands torrents dangereux de haute montagne, Demontzey en signale un certain nombre sous la rubrique « en cours de correction ». Restent ses 81 torrents secondaires qu'il présente comme corrigés. Nous pouvons affirmer que ces 81 sont des torrents de la zone forestière : il en donne le chiffre global et ne signale pas leur nom, c'est qu'il les juge insignifiants par rapport à ses grands torrents ; c'est aussi parce qu'ils n'ont pas exigé de dépenses supérieures à 100.000 francs, ce qui témoigne encore en faveur du peu d'importance des ouvrages

⁸¹ P. Demontzey [30], p. 140-141.

d'art qu'ils ont nécessités et des difficultés rencontrées pour leur extinction.

Ainsi il n'est pas exagéré de prétendre que les torrents vraiment éteints jusqu'en 1892 sont bien des torrents de moyenne montagne, de dimensions réduites et pour la plupart enclavés dans la limite des forêts.

Nécessité de prendre le mal à l'origine. — Les succès obtenus par ce procédé du reboisement intégral nous suggère une fois de plus l'affirmation suivante : toutes les fois qu'on a eu affaire à de petits torrents ou à des ravins, où l'érosion est peu avancée, l'installation de la forêt, et par suite l'extinction, devient possible sans l'appui d'importants ouvrages de correction ; les seuls travaux d'ailleurs suffisants sont : les clayonnages, les fascinages, les garnissages du lit, des berges.

Nous ne saurions trop insister sur ce point, car il nous paraît d'une importance capitale : il ne faut pas laisser l'érosion dévorer la montagne. Si la destruction est trop poussée, si le mal est trop grave, le travail de ceux qui seront chargés de le traiter sera beaucoup plus difficile et extrêmement coûteux. Pour cette raison, nous trouvons très heureuse l'idée de mettre à la disposition des forestiers la possibilité de prévenir le mal et de l'attaquer dans l'embryon par des mesures préventives : mise en défense, réglementation pastorale, améliorations pastorales, et par la suppression de la restriction du danger « né et actuel ». (Loi du 4 avril 1882, modifiée en 1913.)

Cas anormaux et incurables.

I. Glissements. — Pour l'un et pour l'autre des groupes que nous avons reconnus (torrents de haute montagne, torrents de moyenne montagne), nous avons supposé, pour simplifier le problème, que les matériaux de transport sont fournis simplement par l'affouillement. Un torrent qui affouille creuse le pied de ses berges, lesquelles, se trouvant sans appui à leur base,

s'effondrent dans le lit du torrent et lui fournissent ainsi des matériaux pour le charriage. Ce phénomène d'effondrement des berges était connu sous le nom de *glissement des berges* ⁸². Bien entendu, pour ceux qui ont été chargés d'y porter remède, la lutte contre ce phénomène apparaissait assez simple : une fois le torrent contraint à ne plus affouiller, après la fixation du lit ou même son exhaussement par le moyen de barrages, les berges seront stabilisées, et par conséquent le glissement arrêté.

Glissements de versants. — Mais on a pu observer que le phénomène est parfois plus étendu : souvent un versant entier se met à glisser. Dans ce cas, le mouvement n'est plus dû à un simple affouillement ; c'est une poussée résultant du mouvement lent de tout le terrain situé en arrière desdites berges, provoqué par un excès d'humidité. Ces glissements *en masse* favorisent beaucoup le charriage des torrents. Ceux-ci, passant à la base du versant en glissement, l'attaquent avec d'autant plus de facilité qu'il est plus imbibé d'eau.

La stabilisation des glissements est, de beaucoup, le plus délicat de tous les problèmes qu'ont à résoudre les forestiers. Que faire ? Construire des barrages qui suppriment l'affouillement des bords et conservent ainsi aux versants leur base intacte ? Peut-être. Mais ne seront-ils pas disloqués par la poussée du glissement ? Faire des ouvrages (épis) pour empêcher le courant de lécher la berge ? Mais elle glisse quand même. Il y a pourtant quelquefois des remèdes à tenter.

Si la topographie des lieux qui avoisinent le torrent en cause le permet, c'est la *dérivation du torrent*, comme celle qu'on a réalisée avec le plus grand succès pour le torrent de Saint-Julien en Maurienne. Ce torrent — après avoir reçu d'un certain nombre de ravins les eaux chargées de matériaux arrachés avec brutalité au flanc du massif des Encombres, dont le som-

⁸² Voir [24], p. 371 et suiv.

met atteint 2828 m. — attaque normalement, à la cote 1004 m., le versant couvert de boues glaciaires, au-dessus duquel se trouve le village de Montdenis. Les eaux du torrent, « repoussées par la masse des terrains, suivent constamment le pied de ce versant sur une longueur de 257 m., tout en contournant le promontoire de schistes ardoisiers qui constituent la berge de rive gauche jusqu'à l'origine d'une nouvelle gorge (cote 905 m.). Rongé à sa base par le torrent lancé sur des pentes de 32 %⁸³ », le sol détrempé par les infiltrations des eaux d'un canal d'arrosage qui servait à l'irrigation des prairies et des champs de la commune de Montdenis se mit à glisser sur une étendue de 80 ha. Cette surface, couverte autrefois par la forêt, a été défrichée par les habitants de ce village et puis cultivée. Le torrent empruntait à ce versant en glissement les 9/10 du total des matériaux qu'il charriait. En vue de diminuer le transport de ces matériaux et de mettre à l'abri le village de Montdenis, on a cherché un moyen de correction. Comme le dessin du cours d'eau et la constitution géologique de la berge gauche le permettaient à cet endroit, on a dérivé les eaux du torrent dans un tunnel — long de 200 m., de 44 m² de section, avec une pente de 20 % — creusé à travers les falaises rocheuses de la rive gauche. Cette heureuse solution est due à M. P. Mougin.

La dérivation une fois exécutée et le torrent supprimé à cet endroit, la boue glaciaire en glissement sur la rive droite a pu trouver, sur la roche solide de l'ancienne rive gauche, un bon appui.

Mais cela n'a pas suffi. Il fallait prendre, en effet, des mesures capables d'enrayer le mal à l'origine, c'est-à-dire drainer les eaux qui refluaient du canal d'arrosage, ce qui n'a pas tardé à être fait. Ainsi la surface en mouvement a été fixée; mais, pour cela, on a dû construire 11.693 m. de drains. Puis on a procédé à l'installation de la forêt qui ne pouvait pas se faire avant

⁸³ P. Mougin [74], p. 1076.

cet assainissement. Planter les berges en mouvement avant de supprimer ce phénomène, c'aurait été consentir à l'anéantissement fatal de tous les efforts en peu d'années. Que peuvent, en effet, contre le glissement les petites plantes à racines courtes ? Elles sont bousculées, arrachées, enlisées sous les amas de terre.

Par cette dérivation, on a donc pu mettre en sûreté le village de Montdenis et on a éliminé d'un coup les 9/10 des matériaux de charriage. Mais parce qu'il est un organisme complexe, le torrent de Saint-Julien a nécessité beaucoup d'autres travaux de correction. Nous nous bornons à signaler ici celui qui tendait à arrêter le glissement.

Le torrent de Morel, en Tarentaise, se présentait dans des conditions semblables, mais plus graves encore. Nous avons parlé ailleurs de sa situation et de la nature géologique du sol, constitué de roches très tendres et surtout de schistes liasiques désagrégeables. Cette situation défavorable, jointe au climat (la fusion fréquente des neiges accélérée et aggravée par des averses tièdes), fait de ce torrent un objet de terreur pour le pays. Laissons la plume de M. Mougin nous le décrire dans son intéressant travail sur les torrents de la Savoie : « On reconnaît
« partout dans le lit du Morel l'influence de la nature géolo-
« gique du sol. Vers leurs sources, les deux branches princi-
« pales qui descendent de la Pointe du Mottet se précipitent en
« cascades dans la zone des calcaires et des brèches. Puis les
« eaux rencontrant les schistes s'y sont creusé un sillon, dont
« les flancs sont d'abord en assez bon état. Mais, à partir du
« confluent, sur la rive gauche du ravin de Quarante-Plantes
« (cote 1060 m.), les abords du cours d'eau sont plus ou moins
« dégradés, la rive gauche notamment. Les lames de schistes,
« relevées fortement à 60° ou 65°, forment une série de plans
« de glissements, se désagrègent, se décollent facilement; quel-
« ques plaques de dépôts glaciaires imbibées d'eau fluent par
« endroits. Parfois, les eaux rencontrant une couche plus com-
« pacte, y ont ouvert une gorge étroite (ainsi entre les cotes
« 810 m. et 820 m.).

« Mais, aussitôt après cet étranglement, et sur 950 m. de longueur et 450 m. de largeur, le versant de gauche se présente sous un aspect chaotique. Des terrasses encore enherbées, séparées par des versants noirs et dénudés du côté de l'Occident; à l'Est, une pente excessive coupée dans le haut d'une succession de crevasses profondes de 50 à 60 m. et arrivant jusqu'aux abords de l'église de Doucy; la rive du torrent en éboulement est rongée par les eaux : tel est l'aspect que présente ce qu'on appelle le glissement de Doucy.

« La rive droite, constituée par des rochers schisteux plus résistants, notamment à l'Ouest du ruisseau de Vieille-Morte (calcaires triasiques), est demeurée inattaquée... Lors des crues importantes, le volume liquide écoulé s'accroît considérablement; les vitesses de la masse fluide, bien supérieures à la résistance des schistes liasiques et des terres provenant de leur désagrégation, ont amené l'affouillement longitudinal et latéral du lit, au-dessous du village de Doucy. Les glissements ont donc pour origine l'érosion du pied du versant : ils ont été grandement favorisés par les infiltrations dues à un canal d'irrigation qui amène, en suivant d'abord la crête et ensuite le flanc oriental de la montagne, les flots de l'Eau Rousse jusqu'au chef-lieu de Doucy. On peut prévoir, d'après ces données, que les ravages du Morel remontent à un temps assez reculé, et cette déduction est confirmée par les renseignements que fournissent les documents et les archives ⁸⁴. » D'ailleurs, M. Mougin nous fait, dans son livre, l'historique des laves et des crues qui sont signalées dans les archives depuis 1620. De là, on peut déjà déduire combien dangereux est ce torrent.

En dehors du village de Doucy, qui voit à l'occasion de chaque crue s'en aller son territoire lambeau par lambeau, le Morel menace les villages de Bellecombe et de Saint-Laurent, ainsi

⁸⁴ P. Mougin [75], p. 804-806.

que le chemin de grande communication n° 13 d'Aigueblanche à la Combe d'Olle.

Les travaux de défense contre ce fléau remontent à des temps très anciens : « chevalets », pilots en bois, barrières en pierre, épis, digues, tout a été vain. Des projets même plus vastes, qui envisageaient l'endiguement sur les deux rives, ont été discutés et même exécutés. En 1875, le Conseil d'arrondissement de Moûtiers, reconnaissant l'inutilité de ces défenses, prend la résolution suivante : « A diverses époques, des travaux de peu d'importance relative, quoique considérables à raison des ressources, ont été faits sur le torrent Morel, sur le territoire de Bellecombe, et toujours ces travaux ont été comblés ou détruits ou rendus inutiles souvent à la première crue. Il semble donc qu'il importe de ne plus perdre les ressources en travaux partiels et provisoires, mais de provoquer un travail d'ensemble, sérieux et définitif, capable de préserver la plaine de Bellecombe et de Saint-Oyen ⁸⁵. » Ainsi ont été suspendus les travaux partiels inefficaces. Mais en attendant l'étude d'un travail d'ensemble, le torrent continue ses ravages.

Enfin en 1880, le Service forestier fut chargé de l'étude du torrent. En 1886, il fut englobé dans le projet de périmètre de restauration de la haute Isère, déclaré d'utilité publique par la loi du 26 juillet 1892. La surface que l'Etat a réussi à acquérir dans le bassin du Morel n'atteint à ce jour que 74 ha. pris sur le territoire de quatre communes. Cette faible surface ne comprend que « les berges vives du torrent et une partie seulement du glissement de Doucy », bien que l'Etat possède, en outre, 4 km. 500 du lit sur une longueur totale de 11 km. Dans une pareille situation (insuffisance de l'étendue disponible, terrain en mouvement), la solution du problème pouvait-elle se trouver dans le reboisement ? L'effort du Service forestier a dû se borner « à conserver dans la montagne les matériaux qui rendaient si désastreuses les crues du Morel et si vaines toutes les

⁸⁵ P. Mougin [75], p. 821.

tentatives d'endiguement ». Pour cela, deux moyens pouvaient être employés : ou bien fixer le lit du Morel par une succession de barrages s'appuyant les uns sur les autres, ou bien dériver les eaux par un canal souterrain de manière à les empêcher de venir en contact avec les terrains si affouillables de l'éboulement de Doucy. Le manque de pierres dans la région de l'éboulement de Doucy, la difficulté d'établir des ouvrages capables de résister à la pression formidable des terres en mouvement, le succès obtenu pour le torrent de Saint-Julien en Maurienne firent choisir la seconde solution.

De 1902 à 1906, « on ouvrit dans les falaises de la rive droite
« un tunnel courbe de 978 m. 55 de longueur, ayant une pente
« moyenne de 11,6 %, avec une section moyenne de 18 m² 12.
« Pour diminuer la vitesse des eaux, le fond de la galerie est
« formé de paliers ayant une pente de 1 %, séparés par
« 50 seuils de 2 m. de haut : le souterrain est revêtu en maçon-
« nerie sur toute sa longueur. La suppression du charriage a
« été la conséquence de ce travail. Pour éviter que les eaux de-
« venues claires affouillent le lit, on a construit 5 grands seuils
« barrant entièrement le lit dans la gorge, entre la cascade de
« la tête aval du tunnel et les buttes de tir : ils ont été renforcés
« par une série de 15 seuils qui empêchent la divagation des
« eaux et les remaniements du lit.

« Entre les buttes de tir et le pont de Saint-Laurent, le Morel
« coule dans le chenal de 24 m² de débouché, enserré entre
« deux cavaliers latéraux et parallèles à l'axe et maintenu par
« 20 seuils.

« Pour mettre à l'abri de toutes les incursions des eaux les
« vergers et les cultures du cône de déjections, ainsi que les
« villages de Saint-Marcel, Saint-Laurent et l'Etraz, on a mé-
« nagé, entre le pont du chemin n° 13 et l'Isère, sur 494 m., un
« lit au torrent; le chenal, muni de perrés latéraux sur 513 m.
« de longueur, est coupé par 17 seuils⁸⁶. »

⁸⁶ P. Mougin [75], p. 824.

Les dépenses faites par le Service forestier jusqu'en 1914 dans le torrent de Morel, pour sa correction, peuvent se décomposer ainsi ⁸⁷ :

Travaux forestiers.....	1.190 fr.
— de correction.....	1.489.556 »
— auxiliaires	5.927 »
Frais généraux.....	133 »

TOTAL..... 1.496.806 fr.

Les résultats obtenus sont « des plus concluants et prouvent que l'on peut, dans l'état actuel du torrent, compter que la plaine, les villages de Bellecombe et le chemin de grande communication n° 13 sont désormais garantis. L'Isère ne recevant plus, comme par le passé, un volume considérable de matériaux, aura son régime amélioré et ne risquera plus d'être refoulée contre sa rive droite ⁸⁸ ». Les alignements de piquets installés entre des points fixes montrent qu'il n'y a plus de mouvement de glissement dans l'éboulement de Doucy. Le tunnel, depuis sa construction, a fonctionné d'une manière parfaite. Bien sûr — nous le répétons — comme tout travail d'art, il y aura lieu d'effectuer un peu partout, quand ils seront nécessaires, des travaux d'entretien et de réparation.

Un bon exemple d'un glissement arrêté est aussi celui du Sécheron ⁸⁹ en Tarentaise; mais le moyen de lutte employé est autre. Le Sécheron est un petit ruisseau qui sort de la montagne de Longe-Chat à 1611 m. d'altitude. Son cours, d'une longueur de 3.200 m., est dirigé Nord-Sud. Il a une pente moyenne de 36 %. Son versant oriental se trouve dans une roche résistante liasique : la brèche du Télégraphe. Mais, par contre, la croupe qui limite son bassin à l'Ouest est faite de schistes liasiques très tendres reposant sur des calcaires et schistes triasiques.

⁸⁷⁻⁸⁸ P. Mougin [75], p. 825.

⁸⁹ Voir Mougin [75], p. 796-800.

« A droite et à gauche, les pentes sont couvertes de belles forêts, et il a fallu des circonstances spéciales pour transformer en torrent ce modeste ruisseau. Au début du XIX^e siècle, tout le versant du Sécheron était encore entièrement boisé. » En 1824, on a exploité à blanc une surface de forêt dans le canton dit Gouilles; la régénération ne s'est pas faite, et la surface exploitée est devenue pâturage. Mise à nu, cette surface, qui était dominée, en amont, par un plateau marécageux, a commencé à glisser vers 1856. « Les eaux, s'infiltrant désormais aisément dans la masse, diluèrent les terres, creusèrent des issues souterraines. Ce ne fut cependant que le 2 novembre 1868, à la suite d'une neige abondante, que le versant se mit à fluer, par vagues successives, sur 200 m. et plus de largeur. » Le mal s'aggravait à la suite de chaque pluie ou fonte de neige, le ruisseau se transforma en torrent.

On a essayé de se défendre par le moyen de digues, barrages, curages du lit; on a ouvert des fossés d'assèchement. Tout a été vain; de plus en plus, le torrent devient dangereux, jusqu'au moment où le Service forestier a commencé à le traiter, l'Etat achetant une surface de 28 ha. Ce Service, « se basant sur les propriétés caractéristiques du sol, c'est-à-dire sur sa cohésion, sa ténacité, aussitôt qu'il n'était plus saturé par les eaux, fut amené à demander uniquement l'arrêt du glissement à un système de drains superficiels et ramifiés, combinés de manière à capter immédiatement les eaux provenant de la fonte des neiges ou des grandes pluies et à les entraîner rapidement, par les pentes les plus raides, vers un ou plusieurs collecteurs débouchant à l'aval du glissement ». Jusqu'en 1907, on a construit : 1 seuil en maçonnerie, 14.890 m. de drains et 3.800 m. de sentiers. Toute cette surface de 28 ha. a été ensuite boisée, d'abord avec des feuillus, puis en mélèzes, épicéas et pins cembro. La dépense s'est élevée à 67.900 francs.

Les résultats obtenus sont « des plus satisfaisants; à la suite de l'hiver très humide de 1896 à 1897, on a constaté encore quelques tassements dans le versant, mais depuis cette époque, la

végétation a pris complètement possession du sol. Les eaux du Sécheron sont redevenues claires et les habitants du village Le Bois ont remis en culture les 40 ha. que les déjections du torrent leur avaient enlevés». Les travaux se bornent actuellement à l'entretien des drains et à des éclaircies dans les peuplements de bois blancs, afin de favoriser leur ensemencement en essences résineuses indigènes, notamment en épicéa.

Glissements de bassins entiers. — Les glissements de terrain s'étendent parfois sur des surfaces beaucoup plus étendues, englobant des bassins de réception entiers. Ainsi dans le torrent de Saint-Martin-la-Porte, en Maurienne⁹⁰, environ 1500 ha. se trouvent en glissement sur un total de 1.937 ha. Son bassin de réception est limité de deux côtés, à l'Ouest et au Nord, par une arête allant de la Croix des Têtes (2499 m.) à la Roche-Jaille (1692 m.), en passant par le Grand-Perron des Encombres (2828 m.) et les cols des Encombres (2300 m.). Sur le troisième côté, à l'Est, il n'est séparé de son voisin, le torrent la Grolláz, que par une simple ondulation de terrain. Sa superficie est de 1.937 ha., dont 964 ha. sont au-dessous de 2000 m. et 310 ha. au-dessus de 2500 m. Il est constitué, à la cote 1003 m., par la réunion de deux branches appelées, celle de l'Ouest, le Benoît, et celle de l'Est, le Bonrieu.

Le Benoît prend sa source à la cote 2400 m. Sur une longueur de 4188 m., il est peu encaissé, et sa pente oscille autour de 21 %. Ensuite, le profil devient convexe vers le ciel, et le lit se creuse de plus en plus dans un immense éboulis terreux de 1390 m. de longueur sur 200 m. de largeur, dont le bas est étranglé entre deux parois rocheuses distantes de moins de 10 m.; la pente d'amont en aval va en augmentant de 25 à 60 %.

Quant au Bonrieu, il est également peu encaissé en amont de la cote 1175. Sa pente, sur 48.500 m., est de 21 %. A partir de ce

⁹⁰ Voir P. Mougin [75], p. 1034-1050, et R. de Rochebrune [24], p. 372.

point, il se précipite dans une combe en éventail resserrée à son pied par deux escarpements rocheux distants de 50 m. A partir du confluent du Benoît et du Bonrieu, le torrent de Saint-Martin-la-Porte reste encore encaissé pendant 800 m. entre les berges rocheuses. Sa pente est de 19 %. Au sortir de la gorge, à 820 m., il débouche au sommet du cône de déjections.

Une faille, ou plutôt un décrochement anormal de terrain orienté Nord-Sud, passant par le petit col des Encombres et suivant le thalweg du Benoît jusqu'à la cote 1296 m., laisse à l'Est les formations primaires, grès et schistes houillers, et à l'Ouest les dépôts secondaires. Les escarpements de la crête des Encombres appartiennent aux calcaires compacts du Lias; les gypses et les cargneules triasiques en tapissent le flanc oriental et se prolongent par les combes du Benoît et du Bonrieu. Des matériaux d'éboulis, des dépôts d'origine glaciaire viennent en certains endroits se superposer aux roches anciennes.

Il n'existe de forêt que sur les flancs de la Croix des Têtes. Ce sont des pineraies installées sur les gypses. Leur surface est de 58 ha. environ, soit 3 % de l'ensemble. En 1730, la superficie boisée était de 412 ha.

Les terrains situés entre la crête des Encombres et le Benoît, soit les terrains secondaires, ont l'aspect dénudé et ruiné. A l'exception de la petite partie boisée, on y trouve peu de végétation forestière. Les éboulis dominent. Sur ce versant, le ruissellement est intense et, comme aucun obstacle boisé ne le ralentit, les eaux se réunissent rapidement en forte masse dans le Benoît.

A partir du Benoît, l'aspect change complètement. « On se trouve en présence d'un versant mamelonné et à pente assez douce (20 à 50 %), gazonné, à peu près sans végétation forestière, où l'on remarque des terrains mouilleux, de petites mares, surtout entre les cotes 1400 et 1600, mais peu ou pas de crevasses. Le tapis végétal est sensiblement continu. Dans le Benoît, note le projet de périmètre établi en 1880, on remarque des hautes berges et des terrains à l'état de gazons ou de brous-

sailles, en éboulement sur une largeur variable qui atteint 40 m. en moyenne. Quant au Bonrieu, on ne lui voyait causer aucun dommage jusqu'à 300 m. en amont de son confluent le Benoît ⁹¹ ».

En 1882, on a commencé la correction dans les ravins du Benoît et du Bonrieu. La quantité totale des ouvrages est assez considérable : 216 barrages, 131 seuils, 176 m. de perrés, 2604 m. de canaux, etc...

En 1896, des dislocations partielles de maçonnerie, de barrages bâtis dans la partie supérieure du Benoît se produisirent : des barrages extrêmement robustes eurent leurs ailes soulevées et les pierres du corps de l'ouvrage réduites en miettes comme par un concasseur. Après quelques années, certains barrages rectilignes ne présentaient plus leurs ailes sur la même perpendiculaire à l'axe du lit : l'une était à quelques mètres en aval de l'autre; dans les barrages curvilignes, l'une des ailes tournait, se rabattait perpendiculairement au corps du barrage et tendait à s'en détacher. D'autre part, après le soulèvement et la destruction du perré et des drains du Bonrieu, suivis du recouvrement du grand barrage et des seuils par les terres mouvantes, on a pu constater que la partie du bassin de Saint-Martin-la-Porte, située sur les grès et schistes anthracifères, glissait d'un mouvement lent.

Pour se rendre compte de l'importance et des zones de mouvement, on établit des lignes de piquets, et on constata, depuis la partie supérieure du bassin, une vitesse de glissement augmentant au fur et à mesure que l'on se rapprochait de la Combe du Bonrieu ⁹² :

A la cote 2150 ^m elle est de 0 ^m 10 à 0 ^m 20 par an.				
—	1950 ^m	—	0 ^m 20	—
—	1650 ^m	—	0 ^m 30	—
—	1200 ^m	—	2 ^m 50	—
—	1150 ^m dans la partie supérieure de la Combe		13 ^m 40	—

⁹¹ P. Mougín [75], p. 1036.

⁹² P. Mougín [75], p. 1037.

D'après les constatations faites par M. Dollfus, collaborateur principal à la carte géographique de France, « il n'existe aucune couche spéciale uniforme en mouvement, mais un entraînement, par les eaux superficielles, d'éboulis avec débris boueux s'écoulant latéralement, aidés par les eaux d'infiltration dans chaque vallon. Il n'y a aucun décollement souterrain; aucun glissement proprement dit entre deux couches différentes et lubrifiées par quelque nappe d'eau. Le sous-sol est solide, sa surface est fort irrégulière ⁹³ ». En résumé, la couche superficielle du sol, constituée par des éboulis délayés par les eaux d'infiltration, coule sur le sous-sol de même nature, mais en place et plus solide.

Une fois la cause connue, il était certain qu'on ne pouvait plus penser à continuer la construction de nouveaux ouvrages d'art, ou même à procéder aux grosses réparations des ouvrages importants les plus menacés. La solution à adopter était autre. Toute cette surface constituait de beaux pâturages, la seule ressource des montagnards qui pratiquent un élevage étendu. On ne pouvait songer à remplacer ces prairies par la forêt, car ç'aurait été une œuvre antiéconomique. D'ailleurs, l'extension de la forêt se trouve réduite par les limites d'altitude. Et même les surfaces qu'il serait possible de boiser empêcheraient-elles les glissements déjà déclarés ? Si oui, après combien d'années ? En admettant que la forêt arrive à éliminer par sa présence l'excès d'eau qui provoquait le plissement, elle ne peut pas empêcher les infiltrations dangereuses dans la zone qui la domine. C'est bien le cas pour le bassin du torrent de Saint-Martin-la-Porte, de la Grollaz son voisin, etc... Ainsi, un seul remède s'imposait : l'établissement d'un réseau serré de drains sur toute la surface sans songer à atteindre avec les fossés le plan de glissement, celui-ci étant la conséquence de l'excès d'humidité provenant des eaux atmosphériques. En re-

⁹³ R. de Rochebrune [24], p. 372.

cueillant, sitôt tombée, l'eau en excès pour lui donner un écoulement rapide et immédiat sans lui laisser la possibilité de s'infiltrer jusqu'au plan de glissement, on devait obtenir à un certain moment l'arrêt du glissement.

Avec l'autorisation des municipalités, on a construit, à ce jour, dans le bassin de réception du torrent de Saint-Martin-la-Porte, 56.417 m. de drains; d'autres sont en projet. L'exécution de ces drains a été faite au moyen de pierres trouvées sur place. Sans cet avantage, l'opération aurait été impossible, ou pour mieux dire antiéconomique.

Les dépenses faites jusqu'aujourd'hui avec tous les travaux exécutés dans ce torrent se classent comme suit :

Forestiers.	{	Semis, pépinières, enherbements, syl-			
		viculture	26.735	{	53.677 fr.
		Plantations {			
		neuves.....	3.326		
		réfections.....	23.616		
Correction..	{	Barrages, perrés, ca-		{	716.777 fr.
		nalisations			
		neufs.....	336.006		
		réparations...	97.825		
		neufs.....	194.584		
		réparations...	61.483		
		Autres travaux, neufs et réparations...	26.878		
Auxiliaires et frais généraux.....					53.392 fr.
TOTAL GÉNÉRAL.....					823.846 fr.

Les drains déjà construits dans la zone supérieure du bassin de réception ont eu un effet indéniable, comme le prouvent les contrôles annuels des lignes de piquets : sur la ligne un peu au-dessous du chemin horizontal de la baraque forestière à la Grollaz, « la vitesse de glissement est tombée de 2 m. 90 à 0 m. 32 en 1909; dans la Combe du Bonrieu, où aboutissent toutes les poussées d'en haut, le gain est moins sensible, mais il est cependant encore de 0 m. 48⁹⁴ ».

Pour obtenir la correction complète du torrent, on devra encore travailler; tout d'abord, continuer les travaux entrepris

⁹⁴ P. Mougín [75], p. 1050.

en resserrant les mailles du réseau de drainage, et ensuite s'occuper du lit même du torrent et de ses affluents.

Ce cas typique n'est pas le seul. On cite encore d'autres torrents : le Bonrieu de Jarrier, le Merderel de Fontcouverte, le Pousset, le Rieu-Bel, le versant de Sainte-Foy, le Nant-Trouble — tous dans la Savoie — qui présentent eux aussi ce même phénomène naturel de glissement sur une grande étendue. Des travaux ont été entrepris; quelques-uns sont encore en projets; la rapidité de leur exécution dépend naturellement de l'imminence du danger pour les établissements humains ou des facilités qu'ils peuvent présenter selon les conditions physiques locales de chaque domaine torrentiel envisagé.

Glissement de la forêt en paquets. — Il y a mieux encore, et voici pour les plus chauds partisans de la forêt un redoutable problème à méditer : non seulement il n'est pas sûr que la forêt puisse toujours avoir contre les glissements un effet appréciable, mais il arrive que des pans entiers de forêt soient entraînés avec la masse glissante. Ainsi le torrent de Merderel de Saint-Michel-en-Maurienne descend de la montagne du Gros-Crey d'une altitude de 2600 m. avec une pente de 47 %. Son bassin de réception, qui couvre 176 ha., s'enfonce au-dessous des crêtes, dans les grès et les schistes houillers; ces roches apparaissent parfois désagrégées *au-dessus de la forêt* qui ne garnit plus le bassin au delà de 2200 m. et elles constituent une zone dans laquelle se produisent de dangereuses infiltrations qui menacent au-dessous la forêt communale soigneusement aménagée. Cette forêt offre, dans la partie qui domine immédiatement le torrent naissant, le spectacle lamentable de ses grands arbres couchés et enchevêtrés sur le sol mouvant qui se dérobe. Une crue plus violente que les autres, et il est à craindre que tout ce pan de forêt soit emporté brutalement par le torrent jusqu'à la rivière de l'Arc, où il constituerait un formidable barrage. La petite ville de Saint-Michel, la route nationale n° 6, la voie ferrée sont sous la lourde menace de cette catastrophe.

Le Service forestier étudie aujourd'hui le périmétrage de ce torrent. Evidemment, il faudra, parmi d'autres travaux, faire exécuter, là comme ailleurs, des drains; mais la première mesure qui s'impose est *d'abattre la forêt*, ou du moins les grands arbres qui, par leur balancement et leur poids, ne peuvent qu'accélérer le mouvement glissant du sol.

En Tarentaise, le ravin de Planay à Sainte-Foy s'est formé en 1924 seulement. Son origine est due à un éboulement résultant d'un excès d'eau dans la partie basse d'une forêt communale pourtant soumise au régime forestier ⁹⁵.

Le torrent de Sainte-Marthe, près d'Embrun, officiellement déclaré éteint dès 1894, donne aujourd'hui les plus vives inquiétudes parce que les plantations, anciennes cependant, se mettent en marche et glissent lambeau par lambeau. L'établissement de drains est rendu difficile par l'absence de pierres sur place.

Qu'on nous permette toutefois de remarquer que les glissements paraissent affecter surtout les Alpes humides, tandis que le Midi, plus sec, mais soumis à de plus violents orages, connaît plutôt les éboulements brusques, d'ailleurs plus fréquents qu'on ne l'imagine. Presque toujours, ces éboulements sont localisés à la tête des ravins et des torrents, ce qui explique dans quel sens et dans quelle mesure ils renforcent l'action des eaux surchargées brutalement de matériaux.

II. Les clappiers. — Souvent dans un torrent ou seulement dans l'une de ses branches, les matériaux, charriés par les eaux en crue, doivent leur existence à une falaise rocheuse qui domine le ou les thalwegs et qui est soumise constamment à l'action des agents destructeurs. Les matériaux de différentes grosseurs dégringolent et s'amassent dans le thalweg du torrent, attendant la première crue capable de les emporter.

⁹⁵ R. de Rochebrune [24], p. 367.

Que faire devant un tel cas ? Par principe, il faudrait supprimer le mal à l'origine. Est-ce possible ? Les moins avertis, qui se trouvent brusquement devant telle ou telle falaise, répondent sans hésitation : non. Et l'expérience a aussi prouvé qu'il n'existe que des palliatifs, des remèdes de passage.

Il a paru opportun, puisqu'on ne peut supprimer la désagréation des falaises et la chute des blocs et des cailloux, de retenir ceux-ci dans la montagne, le plus près possible de leur origine. On y arrive par le moyen des grands barrages de retenue placés dans des points bien choisis, de telle façon que l'atterrissage obtenu ait le plus grand volume possible. Ou bien « on s'efforce d'annihiler les effets nuisibles en envoyant les matériaux, que les torrents charrient et charrieront encore durant de longs siècles, dans les endroits convenablement choisis, où ces débris de la montagne s'accumuleront sans dommages pour personne. Il restera seulement à évacuer les eaux claires ⁹⁶ ». Avec ce procédé, on arrive à constituer pour certains torrents les plages dites de dépôts, de divagation ou de décantation.

Tous les torrents qui présentent des caractères semblables sont aujourd'hui classés par les forestiers dans une nouvelle catégorie : torrents à clappe ou « incurables », c'est-à-dire qu'on ne pourra jamais éteindre. Cette distinction entre curable et incurable nous apparaît comme un grand pas en avant dans la technique de la correction des torrents. Cette classification autrefois était d'ailleurs niée par Demontzey ⁹⁷.

Des clappiers, on en trouve partout dans les Alpes françaises, dans la zone des forêts comme aux fortes altitudes ; c'est pourquoi nous rencontrons, même dans le deuxième groupe de notre classification, certains torrents impossibles à « éteindre ». C'est, par exemple, le torrent du Manival dans le Grésivaudan,

⁹⁶ V. Hulin [55], p. 322.

⁹⁷ P. Demontzey [30], p. 57.

affluent de droite de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Ismier et de Saint-Nazaire. Son bassin de réception (comme l'a observé M. V. Hulin) est constitué par un vaste entonnoir aux pentes relevées presque jusqu'à la verticale, entaillé dans les calcaires et marno-calcaires du Jurassique supérieur (de l'Argovien au Tithonique). Le point culminant est le Bec Charvet (1738 m. d'alt.), le point le plus bas est à 300 m. environ. Les terrains en question ont été plissés et forment un anticlinal assez disloqué dont les débris entretiennent l'activité du torrent. C'est un torrent à clappe. Son cône de déjections, qui compte parmi les plus grands dans les Alpes françaises, remonte assez haut dans la montagne, où il est progressivement enserré entre deux éperons de celle-ci; il est couvert de cultures et de vignobles dans sa partie basse et élargie. Il est traversé par la route nationale n° 90 et par la voie de tramway de Grenoble à Chapareillan. Ses crues, assez fréquentes et chaotiques, sont une cause de troubles dans les communications et de dommages importants dans les riches cultures qu'elles envahissent.

Les travaux qui ont été exécutés ont eu comme but, tout d'abord, de fixer le fond du lit du ravin principal et de ses affluents par la construction de barrages en pierre; d'embroussailler les nappes d'éboulis et des berges vives au moyen de clayonnages et de fascinages; de plantations de feuillus appropriés partout où cela a été possible.

Quant aux matériaux fournis par ladite falaise, on a cherché à établir *une plage de dépôts*. La chose était possible surtout en raison de la forme du cône de déjections dans sa partie supérieure et aussi grâce à la couverture boisée qui s'y trouve. On a donc construit sur la partie médiane du cône, en s'appuyant respectivement sur les promontoires que présentaient chacune des deux rives, deux digues constituées par d'épais remblais de terre, digues formant un V, la pointe vers le bas. A cette pointe, un barrage solide fixe le niveau de base invariable et dirige les eaux dans le lit choisi. Le procédé consiste à *faire décanter les crues* à la sortie de la gorge, en les déviant çà et là sur le cône

au moyen de petits obstacles en bois, cabrettes ou fagots, et à recueillir ensuite un peu plus bas les eaux ainsi clarifiées pour les lancer enfin dans un ancien lit du torrent aménagé et rectifié pour les recevoir. Le torrent peut ainsi divaguer à travers le vaste espace compris entre les deux versants de la montagne dans le haut et les deux digues dans le bas. Cet espace abandonné est couvert d'une végétation d'arbres feuillus que l'on maintient aussi dense que possible, de façon à former une brosse dans laquelle la violence des eaux s'amortit et les matériaux se déposent.

On espère que ces travaux, dans leur ensemble, mettront pour un temps les riverains à l'abri.

Un autre exemple de plage de dépôts nous est offert à Bourg-d'Oisans par le torrent de Saint-Antoine. La ville, qui est placée justement au débouché du torrent, sur son cône de déjections, est menacée, d'une part, par celui-ci et son affluent « les Auberts », d'autre part par la Romanche et le Vénéon, qui se rejoignent à leur entrée dans la petite plaine de l'Oisans.

Les travaux qui ont été envisagés concernent chacune de ces rivières menaçantes.

D'abord les torrents de Saint-Antoine et des Auberts. Ceux-ci ouvrent leurs bassins de réception, qui englobent environ 172 ha., dans les schistes relativement solides du Lias calcaire, constituant une falaise de 750 m. de hauteur, déchiquetés et très ravinés. « Durant l'hiver et le printemps, les agents atmosphériques provoquent la dislocation des schistes très contournés, facilement clivables et souvent très redressés qui forment la falaise supérieure et les matériaux provenant d'éboulements s'accumulent à la base du bassin de réception. Les pluies torrentielles balayaient et entraînaient tous ces matériaux, d'autant plus facilement que tout le bassin était à peu près totalement dénudé et servait en même temps de parcours aux nombreuses chèvres des habitants⁹⁸. » De là résultait la formation

⁹⁸ Voir les Notes sur le torrent à l'Inspection de reboisement à Grenoble.

de laves qui venaient se déposer dans les propriétés particulières, ainsi que sur la route nationale n° 91 de Grenoble à Briançon, rendant ainsi les communications précaires et peu commodes. De plus, jusqu'en 1918, le torrent de Saint-Antoine traversait la partie Ouest de l'agglomération.

Les travaux de correction ont commencé en 1878. Pour cela, on a construit environ 50 barrages, presque tous en pierre sèche ou avec rejointoiement de mortier, dont un grand nombre durent être réparés ou remplacés. En même temps, on a exécuté des embroussailllements au moyen de feuillus et de résineux. Actuellement on peut dire que toutes les parties reboisables du Saint-Antoine sont couvertes de végétation forestière.

Mais la présence de la falaise qui domine le bassin de réception et continuera éternellement à se désagréger ne permet pas de penser à l'extinction définitive. Cette fois, ce n'est pas tout à fait la situation du Manival; il n'y a pas dans la gorge du Saint-Antoine d'emplacement susceptible de permettre la construction de barrages de retenue efficaces. On a étudié alors la possibilité d'établir *une plage de dépôts sur le flanc gauche du cône de déjections*, encore incomplètement développé et pouvant servir longtemps, l'activité du torrent étant aujourd'hui fort réduite par le reboisement de toutes les parties où cela a été possible. Pour dévier le torrent vers le flanc gauche du cône, on a construit un canal d'écoulement, long de 452 m. et large à la base de 8 m. Ce canal est borné par deux digues latérales, protégées elles-mêmes par des épis en gabions (le manque de bonne pierre a imposé le choix de cette sorte d'épis). Ce canal débouche dans les marais qui s'étendent entre la montagne et la route nationale n° 91 et qui ont été précisément destinés à jouer le rôle de plage de dépôts.

Il convient de remarquer que les intérêts des propriétaires particuliers ont dicté le choix de cette solution. Or, elle est discutable, puisqu'elle oblige à donner au canal un coude très gênant, au lieu de le construire, comme il le fallait, en ligne droite vers la Romanche. Il y a donc une faute.



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. III. — Le Bourdoux, torrent à clappe, près Villeneuve-d'Entraunes
(Alpes-Maritimes).

La dérivation a, malgré cela, fonctionné d'une façon satisfaisante puisqu'elle a détourné des laves très volumineuses, comme celles du 15 juillet 1922 notamment.

Mais cependant les matériaux refusent de se déposer dans l'endroit prévu, c'est-à-dire dans les marais; ils ont commencé à faire un nouveau cône de déjections remontant dans le canal d'écoulement qui s'achève au bout de l'ancienne route nationale. Cette circonstance défavorable entraîne l'exhaussement nécessaire de la digue de rive droite et son renforcement intensif à partir de l'ancienne route, d'où une nouvelle et intarissable source de dépenses. Ainsi, pour la période de 1920 à 1922, elles se sont élevées, tant pour l'exhaussement de la digue que pour le curage du canal d'écoulement, à 7.500 francs.

Enfin, pour protéger la ville de Bourg-d'Oisans et sa petite plaine contre les crues du Vénéon, on a construit à travers la plaine une puissante digue obligeant le torrent à obliquer vers la droite, sur la Romanche. En amont de la digue, le Vénéon s'étale, constituant un véritable delta qui couvre une surface de 90 ha. On a envisagé alors de favoriser le développement d'une forêt d'aulnes qui, jouant le rôle de *barrage vivant*, parviendrait à amortir les crues du Vénéon, l'obligerait à s'y décanter et protégerait les dépôts de matériaux charriés. Aujourd'hui, en dehors de son rôle de décanteur des eaux, le bois d'aulnes, déjà bien venu, donne aussi des revenus appréciables résultant de leur exploitation.

Nous nous bornerons à ces trois exemples relatifs aux travaux à exécuter pour les torrents à clappe; ils nous paraissent suffisants pour montrer combien de variations peuvent s'imposer dans le traitement de pareils cas.

III. Les émissaires des glaciers. — Les émissaires des glaciers sont aussi classés dans la catégorie des torrents incorrigibles par l'impossibilité de faire tarir la source des matériaux. Ici, comme pour les clappiers, il n'y a pas une solution radicale. Le seul travail à faire est de chercher à retenir et à fixer,

autant que possible, les matériaux dans la montagne pour les empêcher d'envahir la plaine.

Le torrent de Griaz, affluent de gauche de l'Arve, en Haute-Savoie, nous paraît un exemple typique : plusieurs fois il a réussi à couper la route de Genève à Chamonix et a causé à diverses reprises des dégâts importants dans les diverses agglomérations des Houches. Issu du glacier de Griaz, son bassin de réception, dans sa partie supérieure, est couvert de débris morainiques et formé ailleurs de cargneules et de gypses, de micaschistes et de Lias schisteux. Les pentes sont, en général, très fortes. Les altitudes varient entre 970 et 2400 m. « Du front des glaciers à la cote 1400 m., le torrent coule dans une région absolument inaccessible, dont les pentes varient de 150 % à 80 %. Le lit et les berges sont balayés par les chutes de séracs et les avalanches; aucune amélioration n'est possible. Dans la partie comprise entre la cote 1400 m. et sa jonction avec son affluent du ravin des Arandellys (1280 m.), la grande avalanche annuelle s'arrête et dépose les matériaux qu'elle entraîne avec elle. De ce dernier point au cône de déjections (1260 m.), et du cône à l'Arve (970 m.), les pentes sont nécessairement moins fortes; au-dessus du sommet du cône, le lit est creusé au milieu d'un amoncellement de matériaux rocheux; sur le cône même, il se produit des alternatives de creusement et d'exhaussement du lit⁹⁹. »

Le ravin des Arandellys est caractérisé par l'accumulation dans son lit d'une masse considérable de débris rocheux provenant de l'éboulement du plateau des Rognes, connu sous le nom de « dérochoir ». Ce plateau, qui se trouve à une altitude de 2500 m., est couvert par des dépôts glaciaires « constitués de grands blocs de toutes dimensions, de pierrailles et de sables cimentés par de la glace. Tout repose sur des micaschistes très fissurés formant un ressaut presque à pic exposé au Nord¹⁰⁰ ».

⁹⁹⁻¹⁰⁰ Voir [70], p. 348.

Les agents atmosphériques travaillent à la désagrégation de ces rochers et mettent en liberté de grands blocs qui se précipitent sur les pentes, se brisent dans leur chute et forment un vaste cône dans le ravin des Arandellys.

Les travaux qui ont été exécutés jusqu'aujourd'hui, dans le but signalé ci-dessus, consistent dans la construction, sur le cône de déjections, dans le lit inférieur du torrent de Griaz jusqu'à la confluence des Arrandellys, d'une succession de grands barrages de retenue en maçonnerie, avec de larges plages de dépôts. Ainsi les eaux ne peuvent pas prendre de vitesse ni entraîner les blocs. La correction a été poussée aussi dans le ravin des Arandellys afin de maintenir sur place les matériaux qui y sont accumulés. D'autre part, on a fait des semis et des plantations dans les endroits susceptibles d'être reboisés. Mais ces travaux sont loin d'être considérés comme finis.

IV. Les avalanches. — En dehors du service qu'elles rendent, si l'on peut dire, aux torrents par leurs apports périodiques de matériaux, et à part les grandes difficultés qu'elles opposent au reboisement des versants où elles glissent, les avalanches constituent pour les communications dans la montagne des empêchements, et même pour les agglomérations humaines de grands dangers. Non seulement elles les ensevelissent pour un temps ou les bousculent, mais elles conjuguent parfois curieusement leurs effets avec ceux des cours d'eau. Témoin cette avalanche du 15 mai 1931 qui a bloqué le torrent des Glaciers, près de Bourg-Saint-Maurice (Haute-Savoie), entre les Chapieux et Sloges, retenant une masse d'eau de 1.000 m³. Le lendemain, le barrage de neige céda vers 13 heures; l'eau se précipita, furieuse d'abord, dans la gorge de Sloges, emportant le chemin des Mottets, puis dans la plaine des Chapieux, où elle rasa à la base 8 bâtiments militaires sur 12; les 4 autres furent endommagés et remplis de neige et de vase. Heureusement, d'autres avalanches avaient, à l'aval des Chapieux, constitué d'autres barrages assez consistants pour retenir une partie des eaux

libérées qui auraient certainement endommagé les hameaux d'aval et même Bourg-Saint-Maurice. Grâce à cette circonstance fortuite, les dégâts ont pu être limités à 700.000 francs environ. Peut-on prévenir ces catastrophes ?

Défense contre les avalanches. — Jusqu'à ces derniers siècles, la défense contre les avalanches consistait en toute simplicité à ne pas s'exposer dans les endroits où débouchent leurs couloirs, souvent bien connus par la population montagnarde, ou, si cela était inévitable, on prenait la précaution d'établir çà et là des obstacles dans le but essentiel « soit de supporter le choc de l'avalanche sans faiblir, soit de faciliter son écoulement, soit de la diviser, soit de la détourner de la marche qu'elle suivait normalement ¹⁰¹ ».

Partout dans les Alpes, de nombreux travaux de cette sorte ont été exécutés et dans les détails desquels nous n'entrerons pas. Cette façon de lutter a été appelée défense passive.

Plus tard, quand les établissements humains ont pris dans la montagne un développement plus grand, ces systèmes de défense ont paru insuffisants. On a pensé alors à traiter le mal à l'origine. Pour empêcher la formation des avalanches, on a offert à la neige de solides points d'appui, ou plutôt de solides surfaces d'appui, et on y arrive par l'établissement, aux points de départ, de différents ouvrages : banquettes d'avalanches, passerelles à neige, râteaux à neige, murs d'avalanches, barrages en gazon, lignes de pieux, palissades, etc...

C'est le Service forestier qui s'occupe aussi des travaux contre les avalanches. Mais il ne faut pas croire que toute avalanche mérite d'être soumise au traitement ; tous ces travaux sont difficiles à exécuter, à entretenir, et surtout coûtent extrêmement cher. Pour cette raison, on ne s'occupe que de celles qui présentent le plus grand intérêt et pour lesquelles le prix de la défense est compensé par l'importance des dommages évités.

¹⁰¹ Bernard [9], p. 646.

Si les possibilités d'exécuter des travaux de cet ordre sont limitées, il n'est pas moins vrai que le problème de la formation des avalanches et leur distribution dans les Alpes constituent l'objet d'observations constantes du Service forestier.

Il peut arriver qu'un bassin de réception d'un torrent impose, par sa situation, certains travaux de correction contre les avalanches qui le menacent; leur exécution sera naturellement en fonction des résultats espérés et des dépenses qu'ils nécessitent. C'est pour cela que, dans le bassin du torrent de Saint-Antoine en Maurienne, par exemple, il a fallu renoncer à poursuivre l'exécution des murs contre les avalanches et même à réparer ceux déjà existants sur le flanc du Mont Rond (2860 m.), d'où glissait chaque année la neige, puisque le prix des travaux surpassait finalement de beaucoup les avantages qu'on espérait tirer ensuite d'une plantation problématique sur cette pente raide.

Mais une avalanche à elle seule peut constituer l'objet d'un traitement sans intéresser directement un torrent. Ainsi, sur le territoire de la commune d'Oz-en-Oisans se trouve le ravin de la Voûte qui, au point de vue torrentiel, ne présente aucun danger. Son bassin de réception, dont les versants bien gazonnés, en pente raide, présentant un plan de glissement, est le lieu de formation d'une avalanche qui est connue sous le nom du ravin. Or, ce ravin, sur une surface de 34 ha, constitue une série de « reboisement ». Cependant, en raison de son altitude (1800-2020 m.), on ne peut pas songer à y introduire la végétation forestière. Les travaux ont donc consisté dans l'exécution d'une série de banquettes pour offrir à la neige, comme nous l'avons déjà dit, des surfaces d'appui. Les travaux sont en cours; on prétend déjà que depuis la construction des premières banquettes — il y a deux ans — les avalanches ne sont pas si nombreuses qu'avant, et celles qui se sont formées encore ne sont pas arrivées si loin qu'autrefois.

De nombreux travaux de ce genre ont été effectués à Chamonix dans la combe Bocheray, les couloirs du Lavauchey, des

Plans; à Modane, dans le torrent de Saint-Antoine, le torrent d'Envers; à Malnaut en Haute-Savoie; à Huez-en-Oisans, à Saint-Julien en Maurienne, etc...

Le rôle protecteur de la forêt contre les avalanches est bien connu par les gens de la montagne, et il y a bien des cas où les habitants la conservent avec le plus grand soin. Ainsi, le village de Rivier-d'Ornon, dans le département de l'Isère, se trouve établi sur le fond de la vallée où coule la Lignare, affluent de gauche de la Romanche. Ce village est très exposé, des deux versants Ouest et Est, à la descente des avalanches. Sur le versant qui regarde l'Ouest se trouve une vieille forêt de hêtres qui protège le village et les belles prairies étalées entre la forêt et le fond de la vallée. Les paysans savent bien le rôle protecteur de cette forêt puisqu'ils ne permettent à personne d'y toucher, quoique, au point de vue cultural et pour son rajeunissement, il serait nécessaire d'envisager certaines coupes d'amélioration.

Et combien d'autres exemples pourrions-nous trouver encore en parcourant les Alpes, de villages qui se blottissent à l'abri de la forêt hors des atteintes du mal qui pourrait venir d'en haut.

Toutes les fois qu'il est possible, à l'abri des travaux exécutés contre la formation des avalanches, on cherche à installer la végétation forestière; c'est ce qu'on a essayé, par exemple, dans le bassin du torrent Reninges, sur le territoire de la commune de Passy dans la Haute-Savoie. Malheureusement ces cas ne sont pas très nombreux, car la plupart des avalanches prennent naissance au delà de la limite supérieure de la forêt.

Enfin, il faut l'avouer, les situations ne sont pas rares où la forêt a cédé à la brutalité de l'avalanche qui établit sans pitié son couloir sur l'emplacement des arbres arrachés qu'elle entraîne dans sa course vertigineuse. Contre un mal imprévisible, il n'y a rien à faire.

V. Autres cas difficiles. — *Les versants pierreux.* — Certains versants trop exposés à l'invasion des blocs et des pierrailles

dégringolant des rochers qui les dominent sont à peu près ou parfois totalement inutilisables. Le travail de reboisement y est lourd, long et très coûteux. Quelquefois, à cause des dépenses à engager, on doit y renoncer.

Les berges raides. — En examinant le domaine à reboiser, nous avons montré que les parties qui s'imposaient au reboisement devaient présenter un danger « né et actuel ». Et parmi les surfaces énumérées, nous avons indiqué tout spécialement les berges vives des torrents. On sait que, plus l'action érosive d'un torrent est avancée, plus large et profonde est la déchirure au flanc de la montagne, plus vastes seront ses berges. En conséquence, les difficultés de reboisement grandissent au fur et à mesure qu'on a affaire à des organismes plus vastes. Pour s'en convaincre, il suffit de se promener dans les bassins de réception du torrent de Saint-Julien en Maurienne, du Riou-Bour-doux, affluent de l'Ubaye, et tant d'autres ! On restera alors effrayé de l'immensité des berges mises à nu, avec des inclinaisons voisines de la verticale et sur lesquelles le plus léger souffle de vent suffit à faire rouler dans le thalweg les débris émiettés de la surface nue.

Un travail de consolidation s'impose, mais comment le réaliser ? Les moyens employés par les forestiers pour fixer et planter les berges nues ont été précédemment exposés. Mais il n'est pas possible de les appliquer dans tous les cas : si la raideur d'une berge sur quelques mètres n'est pas un obstacle invincible, elle le devient quand le versant s'allonge et surplombe le torrent au delà de 30-40 m. Et quand la roche est friable, le danger devient tel qu'il n'y a rien à tenter, rien à faire. A quoi peuvent servir quelques lignes de « cordons » exécutés dans les parties accessibles de ces berges ? ils ne donneront aucun résultat ; ils seront fatalement détruits en peu de temps. Là, comme toujours lorsqu'il s'agit de correction de torrents, tout travail partiel n'est qu'une vaine perte de temps et d'argent. Pour obtenir un résultat appréciable et sain, il faut

draît envisager d'un coup toute la berge et insister jusqu'au jour où la végétation serait maîtresse de la situation.

Devant l'impossibilité d'intervenir efficacement, le forestier est bien obligé de laisser le temps travailler seul, jusqu'au moment où l'évolution naturelle des berges adoucissant les pentes permettra l'installation des végétaux. Il se borne donc, en attendant, à fixer le fond du thalweg par les moyens habituels. Ceci nous explique pourquoi des torrents actuellement éteints ou tenus en frein offrent cependant par endroits ces berges vives et raides qui étonnent les profanes, tels le Bourget et le Riou-Bourdoux de l'Ubaye, le Saint-Julien en Maurienne, etc. Or, ces raideurs redoutables accompagnent très souvent les terres noires et les boues glaciaires.

Terres noires. — Dans les terres noires, les résultats de l'effort de l'homme sont beaucoup plus aléatoires, terres vraiment ingrates, terreur des reboiseurs. Très lessivables, et par leur composition chimique très défavorables à la végétation, elles ne permettent qu'à un nombre réduit de plantes de s'installer et de pousser. Les plantations exécutées avec le pin noir d'Autriche — le seul parmi les arbres forestiers qui soit arrivé à s'accommoder — végètent mal; les arbres restent chétifs, meurent avant le temps.

Les terrains de nature glaciaire présentent des difficultés aussi grandes, mais d'un autre ordre, à cause de leur manque de cohésion. Ils se dégradent avec une extrême facilité et prennent des pentes dangereuses. Imbibés par les eaux, ils fluent lorsqu'ils ne sont pas retenus par la végétation. Les ravins qui les traversent s'y approfondissent très rapidement et donnent naissance à des torrents qui transportent dans les vallées les matériaux détritiques provenant de l'écroulement de leurs berges nues et raides. Quand les thalwegs sont fixés, on peut, selon le cas, ou bien procéder à un travail soutenu d'embroussaillage de ces berges, ou bien attendre le jour où elles prendront seules la pente de restauration.

Les gypses du Trias. — La situation est souvent aggravée dans certains torrents par la présence des gypses du Trias si affouillables par les eaux. Et pour se rendre compte de la difficulté que les couches de gypse offrent à la correction d'un torrent, nous laissons la parole à M. de Rochebrune qui, à propos du torrent de l'Envers en Maurienne, nous dit : « La majeure partie des versants où l'eau ruisselle lors des orages, soit à partir de la cote 2200 m., est [donc] au-dessus de la zone de végétation forestière. L'eau peut s'accumuler au sommet de la gorge en grosses masses sans que nous puissions atténuer son mouvement par la plantation. Il faut donc lutter contre le ravinement intense dans la gorge même. Or, circonstances aggravantes, celle-ci a une pente moyenne très élevée et est creusée dans les gypses. En temps normal, le torrent est à sec depuis l'entrée amont de la gorge. Les eaux s'infiltrant, creusent des galeries ou même des cavernes, sans qu'aucune fracture ne se manifeste à la surface. Aussi ne peut-on pas prévoir l'ampleur des débâcles qui s'y produiront tôt ou tard ¹⁰². » Il s'agit de la formation des « poches » d'eau dont nous parle M. F. Gex ¹⁰³. Et cette situation délicate, qui rend pénible la correction du torrent de l'Envers, se retrouve souvent dans les Alpes, puisque toute une bande de gypse affleure dans les parties basses des torrents de la Tarentaise et de la Maurienne. Et cette même formation se trouve encore dans le torrent du Bragousse qui fournit d'énormes quantités de matériaux au célèbre Boscodon des Hautes-Alpes, et plus au Sud jusque dans les Alpes-Maritimes.

Les plantations sur les gypses sont extrêmement difficiles, sinon impossibles. On lutte pourtant, mais lourdement, en installant dans les roches voisines plus dures — s'il y en a — des chenaux de dérivation; ces chenaux sont destinés à recueillir le

¹⁰² R. de Rochebrune [24], p. 363-375.

¹⁰³ F. Gex [90], p. 464.

torrent pour l'entraîner hors de la zone des roches fondantes. Mais les circonstances ne sont pas toujours favorables aux forestiers : c'est le cas du torrent de l'Envers. Est-il nécessaire d'ajouter combien il serait vain de tenter l'installation de barrages le long des torrents fixés dans ces gypses ?

VI. Alluvions torrentielles encombrantes. — Malgré toutes les précautions prises, les forces de la nature peuvent être, une fois ou l'autre, rebelles à la discipline qu'on leur impose et se manifester par des réactions déroutantes, imprévisibles. A la volonté humaine la plus avisée, la nature tend parfois des pièges dont le forestier doit se tirer par des *moyens de fortune*.

A la suite des travaux effectués dans le lit d'un torrent, par exemple, il peut arriver que ce dernier ne réagisse pas dans le sens prévu : tel ce torrent de Saint-Antoine en Oisans, dont les matériaux refusent de se déposer dans la plage de décantation préparée à cet effet, pour édifier un nouveau cône remontant dans le canal, cône dangereux pour la solidité des digues. C'est aussi le canal d'écoulement d'un torrent de Chantelouve, obstrué après chaque crue. C'est encore, dans le torrent Sigouste des Hautes-Alpes, le grand barrage de retenue brusquement mis en péril sur une de ses ailes par un formidable amas de pier-raille. Que faire pour parer immédiatement au danger ? Débar-rasser le lit du torrent des matériaux qui l'encombrent par la simple et primitive opération de *curage du lit*. Naturellement, de ce travail, on ne peut jamais espérer un résultat durable : les alluvions péniblement enlevées sont remplacées par d'autres. Il faut recommencer.

Signalons cependant que ce moyen d'action pourrait être utilisé plus souvent qu'on le pense, quand d'autres travaux de correction sont impossibles ou trop onéreux pour le résultat à en attendre. Tel un torrent dont les produits d'accumulation encombreraient une route de temps à autre seulement, ou un ouvrage construit par les forestiers. L'enlèvement périodique des matériaux sur tel ou tel point, par les hommes, peut suffire.

En Maurienne, le Riou-Sec, alimenté par les éboulis d'une falaise calcaire, a été abandonné après maintes tentatives de correction jugées inutiles. On se contente aujourd'hui de débayer la route nationale Chambéry-Modane chaque fois qu'une de ses crues l'encombre de graviers et de procéder à un curage de lit.

Gazonnement et améliorations pastorales.

I. Le but. — Une fois achevé l'examen des travaux de consolidation qui précèdent ou accompagnent le reboisement, nous sommes bien obligé de constater une fois de plus que la limite supérieure des arbres laisse au-dessus d'elle de vastes espaces : pâturages des hauts versants, des parcelles de bassins de réception, encadrés par les falaises vives, les crêtes rocheuses et tardivement dégagées au printemps par la fonte des neiges. Or, l'état de ces terrains découverts intéresse au premier degré la solidité de la montagne et l'œuvre des forestiers. Il résulte que, pour atteindre notre but, la restauration et la conservation des terrains en montagne, parallèlement avec l'installation de la forêt sur les terrains qu'elle doit occuper, il faut favoriser la cicatrisation des vastes plaies qui coupent la continuité du tapis des gazons.

Cette question prend d'ailleurs aujourd'hui un intérêt nouveau parce qu'on l'envisage encore à un autre point de vue. Le montagnard a le droit de rester chez lui. Pour qu'il y vive largement sans souffrir de l'abandon des parcelles réclamées par l'Administration forestière, il faut augmenter la productivité des pâturages et alpages qui lui restent en les améliorant.

Dans le chapitre concernant la législation, nous avons montré de quelle façon les pouvoirs publics ont résolu ce problème si complexe de l'économie dans la montagne et comment se présente aujourd'hui son côté pastoral dans les Alpes françaises : ces pâturages, en général, communaux et particuliers ne sont

plus chargés de troupeaux; au contraire, la diminution de cheptel commence à donner à penser; faute de main-d'œuvre, de moyens de communication, la vie semble trop dure aux gens de la montagne qui l'abandonnent.

La situation actuelle demande une exploitation rationalisée : « Améliorer les méthodes, sélectionner les races de bétail — ovin et bovin — aménager la montagne, en favoriser l'accès et le parcours, agir dans le sens de l'augmentation des plantes succulentes et nutritives et de la disparition des autres¹⁰⁴ », y rendre le séjour agréable autant que possible pour les bêtes et les gens, tel paraît être le programme.

Cette fois, le problème prend un aspect tout à fait économique; pour le résoudre, il fallait en premier lieu de l'argent. Et nous avons vu que cette difficulté a été vaincue. La loi de finances du 31 juillet 1920 « permet à l'Etat d'allouer sur le fonds des produits des jeux des subventions aux communes et aux associations pastorales dont les travaux comportent une mise en valeur, une amélioration ou au moins une réglementation à priori; elle l'a fait accepter à la faveur d'un concours pécuniaire appliqué au but même que se proposent les communes les moins bien traitées et elle porte les montagnards à se grouper en associations en vue d'une exploitation collective¹⁰⁵ ». Cette loi paraît être parfaitement adaptée à la situation pastorale actuelle dont elle favorise sans heurt l'évolution naturelle¹⁰⁶.

Comme la question de la sélection du bétail reste en dehors de notre travail, il nous reste à parler de *l'aménagement pastoral*. Celui-ci comprend les règles et les travaux de nature à assurer aux alpages le meilleur rendement. Il s'agit tout d'abord de mettre de l'ordre dans l'utilisation des pâturages. Un exemple suffit à en prouver la nécessité. Nous avons eu la possibilité,

¹⁰⁴ V. Hulin [57], p. 194.

¹⁰⁵⁻¹⁰⁶ F. Rey [24], p. 357.

l'année dernière, à l'occasion du concours annuel d'alpages organisé dans la Haute-Maurienne par la Société centrale d'agriculture de la Savoie, de constater, avec le jury, comment de bons pâturages à bovins sont parcourus par des moutons, tandis que les hautes régions, qui auraient suffi aux moutons, restaient inutilisées.

Etudier les possibilités de nourriture d'un pâturage et, en fonction de celles-ci, établir le nombre maximum de bestiaux et de troupeaux à y introduire, déterminer les endroits libres et les périodes de parcours, indiquer les travaux à exécuter en vue de l'amélioration de la pelouse, voilà ce que doit envisager un aménagement pastoral.

Dans ce cadre, *les améliorations pastorales* ont pour but de « rendre plus rationnelle, plus fructueuse et en même temps plus conservatrice de la montagne une culture pastorale en voie d'évolution rapide, mais encore guidée par des errements généralement très élémentaires et souvent peu conformes à l'intérêt général comme à l'intérêt privé.

« Le but de cette culture pastorale elle-même doit être d'amener les pâturages à la production d'herbe non seulement en aussi grande quantité que possible, mais encore d'herbe ayant les qualités nécessaires pour nourrir le bétail et lui faire fournir le maximum de produits utiles pour l'homme.

« La culture pastorale doit être à la fois rémunératrice des efforts consentis et protectrice de la couverture vivante des montagnes.

« User rationnellement, complètement et ne pas abuser, tel est le mot d'ordre ¹⁰⁷. »

Les améliorations pastorales se partagent en deux groupes ¹⁰⁸ :

Celles qui s'adressent au fonds proprement dit : soins donnés

¹⁰⁷ V. Hulin [57], p. 196.

¹⁰⁸ Voir V. Hulin [57], p. 197.

aux pâturages, engrais, épierrement, débroussaillage, irrigation, etc.;

Celles qui tendent à perfectionner l'exploitation : voies d'accès, construction de chalets, baraques, abreuvoirs, clôtures, etc...

A. Soins donnés aux pâturages. Nourriture des bestiaux et améliorations de la pelouse. — L'entretien du pâturage — dit M. A. Fron — doit être dirigé en vue de favoriser la production de bonnes espèces d'herbe et de plantes utiles au bétail qui entrent dans la composition du gazon, et cela au détriment des mauvaises espèces auxquelles le bétail ne touche pas.

La première opération à effectuer, c'est de déterminer la possibilité en herbe. Le pâturage n'offre pas une homogénéité au point de vue écologique. Il y a des surfaces bonnes, d'autres moins bonnes, même mauvaises. Connaissant la situation de la pelouse et ses possibilités, on peut alors envisager une série de mesures à prendre, de travaux à effectuer pour remédier au mal.

Ils peuvent se répartir, à leur tour, en trois groupes :

1. Augmenter la surface gazonnée en procédant à l'épierrement, au nivellement des buttes, à l'arasement des mottes;

2. Transformer les mauvaises parties, soit par des assainissements, des drainages, soit au contraire par des irrigations;

3. Agir sur la composition du tapis végétal :

a) Mécaniquement, par l'extraction des végétaux nuisibles;

b) Chimiquement, par l'épandage d'engrais naturels ou artificiels;

c) Biologiquement, par des semis et enherbement avec ou sans mise en défense courte ou prolongée.

Nous n'entrerons pas dans la description de tous ces travaux. Seule nous retient l'opération dite *la mise en défense*.

Le plus souvent, la première mesure à prendre est d'interdire, pour un nombre limité d'années, le parcours dans certaines

parties des pâturages. Mais une pareille disposition n'est pas acceptée facilement par la population montagnarde. Les communes, dans la montagne, sont généralement pauvres; elles ne peuvent se priver de certains bénéfices que leurs pâturages rapportent quand ils sont loués en tout ou partie pour les troupeaux transhumants qui dépassent toujours par leur nombre les possibilités de nourriture des parcelles louées.

Pour supprimer la transhumance dans les pâturages qui demandaient une décharge et même un repos, et en même temps pour ne pas gêner pécuniairement leurs propriétaires, l'Etat accorde des indemnités équivalentes aux revenus que la location aurait pu rapporter. Pendant la durée de l'interdiction, les surfaces les plus menacées par l'épuisement sont interdites au parcours, mais seulement fréquentées — et même pas toujours — par un nombre limité de bétail indigène. Il n'est pas rare que les communes soient obligées, avec cette indemnité, de faire exécuter des travaux d'amélioration sur les mêmes pâturages. Pour préciser, dans le département des Hautes-Alpes, pendant la période de 1924-1928, en vue de la suppression de la transhumance, l'Etat a accordé des subventions s'élevant à 8.160 francs.

La mise en défense s'impose quelquefois, même quand il ne s'agit pas de troupeaux transhumants. Là aussi, on accorde des subventions pour privation de jouissance.

Il y a lieu de faire remarquer que cette mise en défense n'est pas superflue et qu'elle produit vraiment un effet de stabilisation non négligeable et un envahissement par l'herbe et même par la broussaille; c'est le cas des pentes qui dominent la route de Saint-Christophe-en-Oisans, en amont du Plan du Lac, pentes où ladite commune a eu l'heureuse idée de supprimer tout parcours depuis une dizaine d'années. De même la suppression du mouton dans la haute vallée du Vénéon « a favorisé très nettement la croissance du gazon fatigué jusqu'en 1914 par une dépaissance abusive ¹⁰⁹ ».

¹⁰⁹ V. Hulin [55], p. 325.

De pareils résultats ont été constatés un peu partout dans les Alpes françaises où on a pratiqué cette mise en défense.

B. Travaux qui tendent à perfectionner l'exploitation : voies d'accès, construction de chalets, étables, baraques, abreuvoirs, clôtures, etc. — Dans ce grand groupe, nous insisterons sur la question des constructions de chalets, car de leur existence dépend le séjour en montagne et l'exploitation des pâtures. Certains alpages ont été abandonnés ou mal utilisés à la suite de la disparition des vieux chalets tombés en ruine que leurs propriétaires n'ont pu refaire ¹¹⁰.

Pour réparer le mal, l'Etat vient à leur aide avec d'importantes subventions à propos desquelles il n'est pas sans intérêt de donner quelques chiffres. Il accorde de grands avantages à ceux qui veulent faire exécuter de pareils travaux. Au commencement, pour entraîner les gens dans ces opérations, il assurait une indemnité atteignant 75 % de la valeur totale des travaux exécutés; aujourd'hui, l'appui de l'Etat est diminué en raison du grand nombre de solliciteurs, mais représente encore 40 à 50 %.

La direction des travaux est confiée au Service forestier.

II. Les faits. — Quelle importance ont prise ces travaux, les chiffres nous le disent.

Dans les deux départements de la Savoie, pour la période de 1922 à 1929, la contribution de l'Etat s'est élevée à 4.547.000 fr. ¹¹¹.

Dans les Hautes-Alpes, entre le 1^{er} janvier 1924 et le 1^{er} janvier 1928, on a aménagé 1.232 ha. de pâtures communaux, amélioré 187 ha. de pelouse et enfin supprimé la transhumance dans un certain nombre de communes. Puis on a construit du neuf : 15 chalets, 2 fromageries, 5 étables, 9 cabanes pour bergers, 1 hangar, 2 passerelles, 3 parcs; on a réfectionné 2 chalets, 1 cabane, 1 parc; on a tracé 9 km. de routes et 19 km. ont

¹¹⁰ Rey [3], p. 75.

¹¹¹ V. Hulin [57], p. 195.

été réfectionnés; on a ouvert 770 m. de drains et 3 km. 55 de canaux d'irrigation; enfin, des banquettes ont été établies contre la formation des avalanches. Ajoutons encore les autres améliorations : engrais naturels et chimiques, gazonnements, extraction de plantes nuisibles, débroussailllements, etc... Le tout s'élève à une somme totale de 277.159 fr., dont 134.251 fr. dépensés par les propriétaires visés par les travaux, 10.228 fr. par l'Etat comme crédit budgétaire et 129.887 fr. accordés sur le fonds du produit des jeux, enfin 2.793 fr. provenant de sources diverses. A ce chiffre, il faut ajouter la somme de 21.099 fr. dépensée pour des acquisitions de pâturages et prairies de hautes montagnes abandonnés par leurs propriétaires et qui ont été achetés par diverses communes. L'Etat a accordé pour cette opération 10.367 fr. sur le produit des jeux; le reste, soit 10.732 fr., a été versé par les communes respectives.

Dans les Alpes-Maritimes, pendant la même période, les travaux d'améliorations pastorales se sont portés sur la construction de 4 vacheries, 3 fromageries, 7 fruitières, 600 m. de canaux d'irrigation, le tout concernant 11 communes. Pour cela ont été dépensés au total 279.573 fr., dont 95.988 fr. par les propriétaires, 77.600 fr. par le département, 77.285 fr. par l'Etat (crédit budgétaire) et 28.700 fr. provenant du produit des jeux. Enfin d'autres travaux annexes ont réclamé 11.413 fr., dont 1.150 fr. fournis par les propriétaires, 5.189 fr. par le département et 5.074 fr. par l'Etat (fonds budgétaire).

Dans les Basses-Alpes, ce mouvement des améliorations pastorales est encore peu de chose, quoiqu'il s'impose impérieusement. A peine peut-on signaler quelques cas dans la vallée de l'Ubaye; entre l'Etat et les communes de Thuiles et de Saint-Paul-sur-Ubaye est intervenue une convention pour l'aménagement de 2.267 ha. de pâturages pour une période de dix ans. L'Etat accorde aux communes une subvention annuelle de 800 et 2.000 fr., à condition que ces communes suppriment la transhumance; que le nombre de bêtes indigènes à introduire soit en rapport avec la possibilité des pâturages, en réservant le

droit pour l'Etat de percevoir au compte de la commune une petite taxe par tête de bétail dans le but de faire exécuter des améliorations pastorales. Ailleurs, la commune de Seyne loue à l'Etat une surface de 641 ha. pour dix ans, avec une subvention de 10.000 fr. par an.

Par contre, la surface des pâturages réglementés, en vertu de la loi de 1882, est assez grande. Il s'agit de ces pâturages qui se trouvent sur le territoire des communes où se sont établis des périmètres de restauration. Ainsi, en 1930, se trouvaient réglementés : 40.196 ha. de pâturages dans la vallée de l'Ubaye dépendant de 18 communes, 1.674 ha. dans la vallée du Verdon, sur le territoire de 4 communes, et 13.594 ha. dans les vallées de la Bléone et de la Blanche. Dans 8 communes de la région de Sisteron, on signale encore des pâturages réglementés.

Enfin, dans ce département, une autre sorte de facilité est accordée par l'Etat à la population rurale : c'est la création par le Service forestier de *pépinières d'arbres fruitiers* destinées à mettre à la disposition des vergers des plants d'arbres fruitiers sélectionnés et greffés. De pareilles pépinières ont été créées à Mallemoisson, Blégiers, Colmars, Saint-André, Seyne, pour lesquelles on a dépensé, jusqu'en 1928, la somme de 11.887 fr. Les plants sont accordés aux cultivateurs soit gratuitement, soit à des prix très réduits.

Pour le département de la Drôme, même remarque que pour les Basses-Alpes : peu de travaux d'améliorations. On n'a travaillé que dans la région de Die : 7 ha. de pelouse améliorés, 1 écurie, 7 bacs, 1 citerne, 15 km. 500 de routes réparées. Les dépenses s'élèvent à la somme minime de 7.352 fr., dont 1.254 fr. provenant du budget de l'Etat, 4.654 fr. du produit des jeux et 1.444 fr. de sources diverses.

III. La nécessité des améliorations pastorales dans les Alpes du Sud. — Un grand champ reste donc toujours ouvert à l'activité dans les Alpes du Sud, où il y a de vastes surfaces en friches. Là il faut agir, d'une façon ou de l'autre, pour une utilisation rationnelle de la terre.

Voilà comment nous sont décrits les médiocres pâturages des Basses-Alpes : jusqu'aux environs de 2000 m. d'altitude, ils sont « couverts d'arbrisseaux (buis et genêt) et de plantes telles que la lavande, le thym, et les plantes herbacées sont dispersées en touffes isolées ne formant jamais de gazon. De pareils pâturages ne peuvent convenir qu'aux ovins, et ce sont les seuls qui existent dans la région. Malheureusement leur nombre est réduit et il ne peut en être autrement. Les surfaces couvertes par les buis et les genêts sont énormes, et les bêtes ne peuvent pénétrer en bien des endroits dans le feutrage composé par ces morts-bois. Ce mal est tel que les propriétaires cherchent un remède dans le feu, remède mauvais puisque insuffisant : buis et genêt repoussent de plus belle l'année suivante; remède néfaste, puisqu'il détruit les quelques arbres épars ou les bouquets de bois qui se trouvent dans la région incendiée; remède dangereux pour les forêts voisines.

« Une extraction à la pioche seule donnerait des résultats, à la condition de couper l'arbuste au-dessous du collet de la racine.

« Mais qui peut songer à pareil travail, dont le prix de revient peut atteindre 200 fr. par hectare, cela en 1923 ? Et pourtant c'est le seul qui soit à envisager. Après son exécution, il faudrait aussi compléter, sinon refaire, le tapis herbacé. Dans ce but, on ne peut recourir qu'au semis de plants appropriés au sol et au climat : lottier corniculé, sainfoin des sables, luzerne sauvage sont indiqués pour cela. Mais c'est encore 200 fr. par hectare qu'il faudrait consacrer.

« Heureusement, les pâturages ne sont pas couverts de façon continue par des buis et genêts à l'état de fourré impénétrable. S'il en était ainsi, il n'y aurait pas de bêtes dans la région.

« La possibilité actuelle de nourriture dans ces pâturages n'est pas supérieure à une bête par hectare moyen, et après traitement passerait à quatre bêtes au minimum. Or, une bête à laine de bonne race, d'une valeur de 150 fr., produit annuellement deux agneaux qui, à six mois, valent de 80 à 100 fr. Les

trois bêtes supplémentaires que l'amélioration aurait permis d'avoir rapporteraient $6 \times 80 = 480$ fr. Donc la dépense de 200 fr. serait deux fois couverte dès la première année ¹¹². »

Pour entreprendre ce travail, il faut l'initiative de quelques hommes de courage. Tout est à faire. L'argent ne manquerait pas, l'Etat le donnerait comme pour les autres départements. Un plan d'ensemble, bien étudié, portant sur une période de quelques années et appliqué d'une façon énergique et soutenue transformerait en terrains productifs ces surfaces presque inutilisables.

De cette façon, l'Administration forestière serait délivrée des demandes incessantes d'autorisation de pâturage dans les forêts communales soumises au régime forestier, pour ne parler que de celles-ci, car on sait que les forêts non soumises ne subissent aucune surveillance officielle. Pour préciser l'importance extrême de cette néfaste habitude du pâturage toléré en forêt, signalons qu'en 1930, dans les Basses-Alpes, 28.717 ha. de forêts communales soumises au régime forestier subissent encore les méfaits dus à la présence de 36.650 moutons et 3.825 bovins.

Enfin, l'étendue des bons pâturages suffisant désormais aux besoins de la population, il deviendra possible d'étendre les massifs forestiers existants ou de les souder entre eux en boisant des terrains intermédiaires de moindre valeur.

A la suite de cette évolution rationnelle, la richesse du pays augmentera au double point de vue forestier et pastoral.

IV. Le concours et l'activité des sociétés de propagande. —

Nous ne pouvons pas clore cette question des pâturages dans la montagne et de l'action tentée pour leur amélioration sans ajouter quelques lignes sur l'activité exercée dans cette direction par diverses sociétés de propagande.

Nous avons déjà signalé leur but dans un précédent chapitre;

¹¹² Voir le rapport de M. Fournay dans les archives de l'Inspection forestière de Digne-Ouest.

il nous reste à montrer ce que certaines d'entre elles ont fait dans les Alpes françaises.

Dans la Haute-Savoie, la section départementale de la Société d'Economie alpestre, à partir de 1920, a commencé à organiser une série de concours pastoraux et forestiers afin d'éclairer les intéressés sur l'importance du rôle que joue l'exploitation rationnelle des pâturages dans l'économie régionale. Pendant la période de 1920 à 1928 inclusivement, les jurys de ladite Société ont parcouru environ 12.600 ha. de pâturages et même de forêts — sur toute l'étendue du département — et à cette occasion ont décerné des primes s'élevant à la somme de 85.500 fr. en espèces et 50 médailles ou diplômes. A partir de 1928, la même Société a pris l'initiative d'organiser, en plus, des voyages d'études avec ses lauréats pour leur montrer ce qui se fait ailleurs et comment d'autres régions ont tranché certains des problèmes qui les intéressent; enfin de leur faire visiter des montagnes pastorales judicieusement organisées ou traitées.

Dans la Savoie, c'est la Société Centrale d'Agriculture qui s'en occupe. A l'occasion de ses concours, dans la période de 1922 à 1928, on a distribué 22.450 fr. en espèces, 23.100 kilos d'engrais et 20 médailles ou diplômes.

L'Association Dauphinoise pour l'Aménagement des Montagnes, créée à Grenoble en 1906, exerce son activité dans le département de l'Isère et même ailleurs. Sans vouloir se substituer au Service forestier, elle se propose d'instruire les montagnards par l'exemple, de leur montrer sur des terrains dégradés judicieusement choisis « qu'il était possible de supprimer les érosions et même les glissements en maintenant intacte la surface gazonnée, et d'améliorer le rendement des pâturages par une exploitation rationnelle et des travaux appropriés ¹¹³ ».

Dans la période d'avant la guerre, la Société a affermé le pâturage du Vallon de la Selle, d'une contenance de 8.714 ha.,

¹¹³ Voir P. Buffault [18], p. 608.

situé dans la vallée du Vénéon; elle a supprimé la transhumance ne gardant que les moutons indigènes; elle a donné son concours à l'Etat pour la location des pâturages de Revel couvrant 978 ha., en prenant à sa charge la moitié du prix de ferme; elle a encouragé pécuniairement des essais de reboisement tentés par le Syndicat d'Initiative de Monestier-de-Clermont et a présidé à la création de sociétés scolaires forestières dans la vallée de la Romanche. La location des pâturages a nécessité 1.738 fr. or.

Après la guerre, son domaine s'est augmenté de 1.969 ha. par suite de la location de pâturages situés entre 1200 et 2900 m. d'altitude sur le versant Nord-Ouest de la chaîne des Grandes-Rousses, sur les flancs du Taillefer et dans le massif du Moucherotte. L'étendue totale des pâturages loués est ainsi portée à 1.161 ha.; le prix de location de ces terrains de démonstration, pendant la période de 1920 à 1928, a été de 5.628 francs.

A partir de 1920, la Société commence, comme les autres sociétés, d'organiser des concours d'améliorations pastorales et forestières et attribue des récompenses aux propriétaires qui auront réalisé des améliorations dans leurs alpages ou effectué des boisements sur leurs terrains sans aucune subvention en argent de l'Etat ou du département. Dans la période 1920-1928, le département a été parcouru complètement, les opérations du jury ayant porté sur 15.365 ha. de pâturages et 1.067 ha. de reboisement. On a distribué 40 médailles, 27 diplômes et 17.555 fr. de primes en argent.

Dans le département des Hautes-Alpes, c'est en 1924 seulement qu'a pris naissance une section de la Société Française d'Economie alpestre. Jusqu'en 1928, elle a accordé des primes pour la somme de 8.475 francs.

Dans les autres départements des Alpes, il n'existe pas encore, à notre connaissance, de pareilles sociétés.

Il convient de signaler que ces Sociétés font imprimer leurs bulletins qui sont l'image fidèle de leur activité et en même

temps un recueil de nombreux renseignements pour ceux qui s'intéressent à ces questions.

Diversité des travaux et nécessité de leur entretien.

Avec les améliorations se trouve à peu près close enfin la longue liste des travaux qui s'imposent à l'Administration forestière en matière de restauration et de conservation des terrains en montagne. Bien que nous n'en ayons donné qu'un aperçu forcément sommaire et incomplet, on ne peut manquer d'être frappé par leur diversité. Ils varient en effet à l'infini, comme les maux dont souffrent les régions torrentielles.

Une fois de plus, nous affirmons qu'un torrent ne ressemble pas à un autre : chacun réclame des solutions particulières à son cas — *des* et non pas une solution, car il est rare qu'un organisme torrentiel ne présente entre ses points extrêmes qu'un seul problème.

Le choix particulièrement délicat de ces solutions ne peut être confié qu'à un homme averti par un long contact avec la montagne, des complexités de ses conditions physiques. Connaître son métier n'est pas tout, il faut être rompu avec les particularités des phénomènes propres à la région envisagée, en avoir suivi attentivement les phases pour oser « choisir » avec la plus grande chance de succès. La bonne volonté ne suffit pas, non plus que l'amour de l'action, pour se mettre à l'abri de fautes graves. Le forestier qui parvient aux meilleures réalisations est le plus souvent celui qui a déjà accumulé un capital d'observations et d'expériences personnelles ajoutées à celles de ses devanciers.

D'autre part, il s'agit non seulement d'éviter les surprises, les échecs qu'on peut toujours attribuer à une erreur, mais encore d'obtenir des résultats en rapport avec les dépenses engagées et les crédits prévus et souvent limités.

Une fois la solution choisie, s'impose encore l'esprit de conti-

nuité qui prévient le gaspillage des efforts et de l'argent et consolide les résultats.

Quel que soit leur caractère, les travaux effectués réclament, en effet, une surveillance attentive et un entretien perpétuel. A cette condition seulement ils rempliront leur rôle de protection et résisteront aux forces brutales qui les assiègent. Cette remarque, faite déjà à propos des barrages ou autres ouvrages de maçonnerie dont nous nous sommes occupé dans un précédent chapitre, s'applique à tous les travaux auxiliaires, même à ceux qu'un profane jugerait insignifiants. Les témoignages sur ce point sont tous concordants : « Dans la Combe de Puy Sanières, qui débouche dans la Durance d'Embrun, le sol est si mobile que la disparition d'un clayonnage pourrait amener l'anéantissement des travaux de plusieurs années ¹¹⁴. » De même, dans le torrent Pascal des Alpes-Maritimes, antérieurement corrigé et de nouveau dangereux, faute d'entretien, tous les travaux sont à recommencer.

Le problème du reboisement.

Dans les Alpes françaises, la tâche des forestiers n'est donc pas une sinécure : finalement, pour faire pousser des arbres dans des situations difficiles, il ne suffit pas d'appliquer le procédé simpliste qui consiste à les planter.

L'infinie complexité des conditions physiques, toutes les variétés de sol, de climat, d'altitude, font du reboisement un problème redoutable, dont les difficultés ne se sont précisées que peu à peu. Ce n'est une nouvelle pour personne que « l'ensemble de ce qui touche à la restauration et à la conservation des terrains en montagne, terme officiel, continue à s'appeler *reboisement* ¹¹⁵ ». Or, il faut bien se convaincre que le reboisement

¹¹⁴ Voir [70], p. 145.

¹¹⁵ V. Hulin [55], p. 321.

n'est plus, comme au début, le but final de la restauration : il n'est devenu qu'un simple moyen et même pas le plus général.

Ce changement de point de vue n'est pas un aveu d'impuissance ou d'erreur, mais les conséquences des progrès réalisés dans la technique de notre travail, grâce aux efforts prolongés, à l'expérience acquise, à une connaissance approfondie, à la fois des forces contre lesquelles il faut lutter et des possibilités actuellement limitées de notre défense.

Un travail à effectuer ? Non, beaucoup plus, une série de problèmes à résoudre, voilà « le reboisement » dans les Alpes françaises.

CHAPITRE VI

LES RÉSULTATS DU REBOISEMENT

Bien que les progrès réalisés à ce jour dans les Alpes françaises, au point de vue purement forestier, ne représentent qu'une partie des résultats généraux obtenus par les travaux divers que nous venons d'exposer, il convient de présenter d'abord ces progrès, c'est-à-dire d'examiner les surfaces reboisées d'un bout à l'autre de la chaîne.

Analyse du tableau des périmètres. — Dans un tableau annexé à ce travail, nous présentons la situation des périmètres de reboisement dans les Alpes françaises au 31 mars 1930. Les données proviennent des archives tenues à jour dans les diverses Conservations forestières. Elles sont établies par périmètre et par département. Qu'on nous permette quelques indications préliminaires.

Dans la colonne 1 sont inscrits les noms des périmètres et dans la colonne 5 les surfaces jugées nécessaires pour la restauration et dans la possession desquelles l'Etat peut entrer par voie d'expropriation ou d'acquisition à l'amiable. Dans la colonne 2, on trouvera les surfaces actuellement acquises sur le total des surfaces comprises dans la colonne 5. La colonne 3 offre d'autres surfaces acquises à l'amiable hors des limites des périmètres fixées par des lois, décrets, etc., et qui ne sont donc pas comprises dans les chiffres de la colonne 5. La colonne 4 comprend les chiffres de 2 et 3 et rassemble ainsi l'étendue des surfaces acquises. La colonne 6 représente les différences entre 5 et 2, c'est-à-dire les surfaces restant à acquérir dans les limites des périmètres; la nécessité d'acquérir ces surfaces s'im-

pose beaucoup plus que celles de la colonne 3, au point de vue de la restauration des montagnes. La colonne 7 contient les surfaces déjà boisées au jour de l'acquisition ou après, sans que le Service forestier y ait fait des plantations ou des semis. La colonne 8 représente les surfaces considérées comme reboisées à la suite des travaux entrepris. Les chiffres des colonnes 7 et 8 donneront ensemble le total de la surface effectivement boisée à ce jour. La colonne 9 contient les surfaces susceptibles d'être reboisées et qui le seront prochainement, tandis que la colonne 10 est réservée aux surfaces non susceptibles de reboisement. Ici, dans la colonne 10, sont compris les rochers et toute surface placée au-dessus de la limite supérieure de la forêt, donc sont englobés aussi les pâturages achetés par l'Etat. Enfin la colonne 11 représente les surfaces à réfectionner parmi celles que nous offrent les colonnes 7 et 8.

Passons maintenant aux dépenses. La colonne 12 est celle des dépenses faites pour les travaux forestiers, c'est-à-dire les semis à demeure, les pépinières, l'enherbement, les plantations, les nettoiemnts, les marcottages, les recépages et les échenillages. Dans la colonne 13, il s'agit des dépenses occasionnées par les travaux dits de correction : fascinages, clayonnages, barrages, enrochements, rectification et façonnage de lits, drainages, perrés, canaux de dérivation. La colonne 14 comprend les dépenses relatives aux travaux auxiliaires : chemins, transports, clôtures. Dans la colonne 15 on trouvera les dépenses effectuées pour les travaux divers : levés des plans, délimitations, campement des agents, des préposés et des ouvriers sur la montagne, la surveillance extraordinaire et l'outillage. La colonne 16 représente le total des colonnes 12, 13, 14 et 15; les colonnes 17 et 18, les dépenses faites pour les acquisitions des terrains, dans les limites et en dehors des périmètres. Enfin les deux dernières colonnes 19 et 20 représentent les sommes supposées nécessaires pour l'achèvement des travaux et le reste des acquisitions à faire, c'est-à-dire des surfaces comprises dans la colonne 6.

Surfaces : boisées, à reboiser, non susceptibles de reboisement.

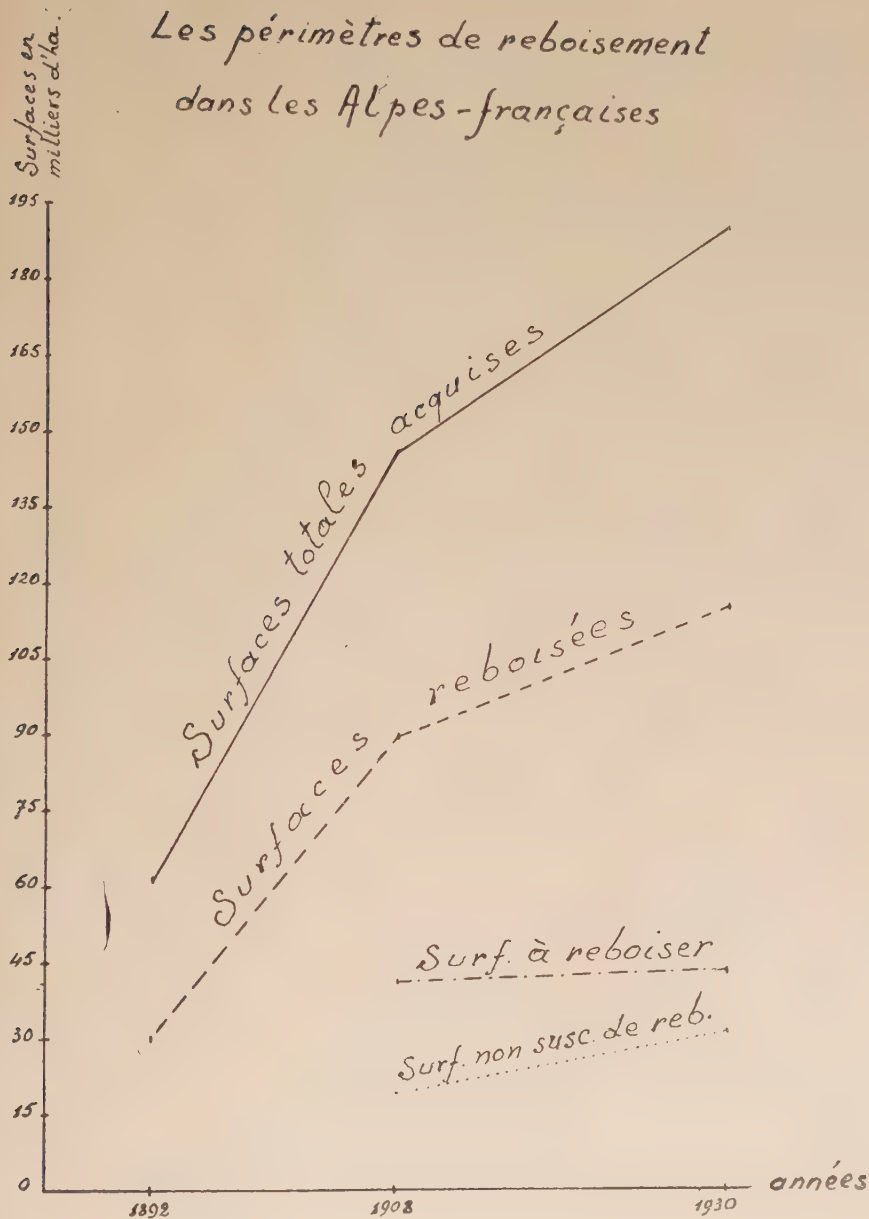
Nous pouvons donc constater que la surface totale acquise par l'Etat pendant 68 ans représente 190.910 ha.¹¹⁶, dont 39.383 dans les Alpes du Nord et 151.527 dans celles du Sud, soit 20,6 % et 79,4 % de ce total. Jusqu'à la date où nous présentons ces chiffres, on considérait comme boisés 115.872 ha., soit 60,5 % du total, qui se partageaient en 18.123 ha. ou 15,6 % pour les Alpes du Nord et 97.749 ha. ou 84,4 % dans les Alpes du Sud. Restent à reboiser dans les Alpes du Nord 5.905 ha., soit 15 % du total de 39.383 ha., et dans les Alpes du Sud 37.079 ha., soit 24,5 % du total de 151.527 ha. Enfin, nous trouverons dans la surface achetée une étendue considérée aujourd'hui comme non susceptible de reboisement, égale à 32.054 ha., soit 17 % du total de 190.910 ha. Elle se répartit en 15.357 ha., soit 39 % de la surface totale des 39.383 ha. acquis dans les Alpes du Nord, et 16.697 ha., soit 11 % du total des 151.527 ha. dans les Alpes du Sud.

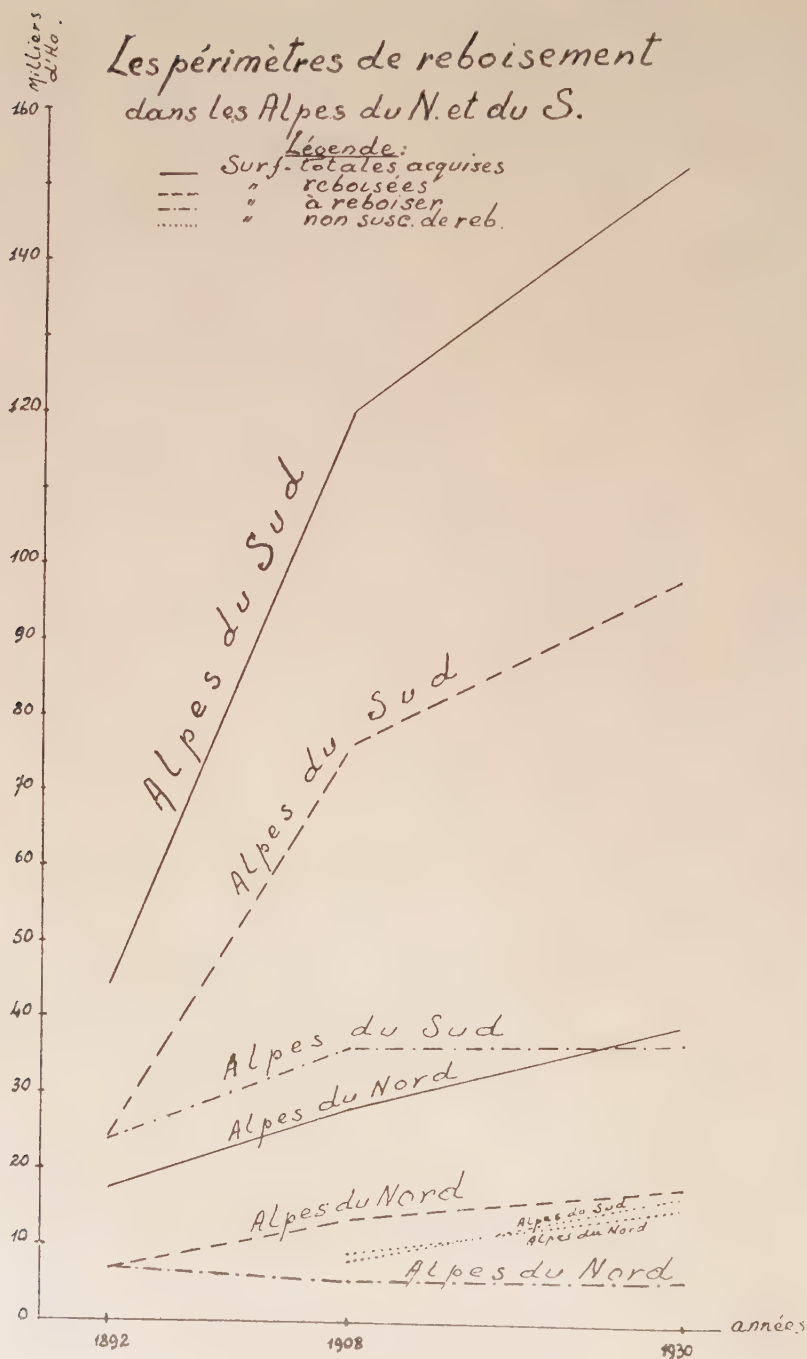
Avec ces données actuelles, celles de Demontzey datées de 1894 et d'autres de 1908 publiées par le Ministère de l'Agriculture¹¹⁷, nous avons tracé les graphiques annexés qui traduisent les chiffres donnés ci-dessus et permettent mieux de saisir l'opposition très marquée entre les Alpes du Nord et du Sud. A noter qu'en 1894, année où Demontzey publiait les premiers résultats des travaux, il n'y avait pas lieu de calculer les surfaces « non susceptibles » de reboisement, puisque, nous l'avons vu, Demontzey ne croyait pas à l'impossibilité de reboiser. Ce détail explique le point de départ sur le graphique de la ligne des surfaces « non susceptibles de reboisement » reporté à l'année 1908.

¹¹⁶ Y compris le Parc national du Pelvoux, dans la partie qui s'étend sur le territoire des Hautes-Alpes, c'est-à-dire 8.734 ha., la surface occupée par le même parc dans le département de l'Isère étant de 4.249 ha. non compris dans le total.

¹¹⁷ Voir [70], p. 188-197.

Les périmètres de reboisement
dans les Alpes-françaises





Les dépenses effectuées.

Hâtons-nous de répéter que l'extension des surfaces boisées dans les Alpes françaises n'est due que pour une très faible partie à des travaux de sylviculture pure, mais résulte de l'ensemble des travaux réalisés pour la consolidation des terrains en montagne. Voici les chiffres des dépenses faites pour eux jusqu'à ce jour :

Les frais s'élèvent jusqu'au 31 mars 1930 à :

25.841.552 fr.	pour les travaux forestiers,	soit 36,7 %.
31.056.385 »	— de correction,	— 44,1 %.
8.792.246 »	— auxiliaires,	— 12,5 %.
4.659.881 »	pour frais généraux,	— 6,7 %.

soit un total de 70.350.064 fr. pour toutes les Alpes françaises = 100 %.

Il convient de remarquer que, jusqu'à la guerre, les chiffres fournis par l'Administration forestière représentent des francs-or, tandis que, pour les années suivantes, il s'agit de francs-papier, de valeur variable d'une année à l'autre et que nous ne saurions réduire à la valeur-or. Mais une statistique officielle sera vraisemblablement publiée et permettra de rectifier ces totaux.

Les mêmes chiffres se répartissent ainsi :

<i>Alpes du Nord.</i>		<i>Alpes du Sud.</i>	
Travaux forestiers....	4.353.659 fr.		21.487.893 fr.
Travaux de correction	16.599.145 »		14.457.240 »
Travaux auxiliaires...	2.565.613 »		6.226.633 »
Frais généraux.....	1.374.600 »		3.285.281 »
	<u>24.893.017 fr.</u>		<u>45.457.047 fr.</u>
	soit 35 % du total.		soit 65 % du total.

Il faut remarquer que, pour les Alpes du Nord, les travaux forestiers représentent 17,5 % du total de 24.893.017 fr., ceux de correction ont demandé 66,7 %, tandis que pour les Alpes du Sud, les mêmes chiffres donnent 47 % et 31,8 % (dont 9,9 %

pour les travaux des torrents de la vallée de l'Ubaye : Riou Bourdoux, Bourget, etc...).

Il est à peine besoin de souligner l'importance des travaux de correction pour le Nord et par contre celle des travaux de reboisement pour le Sud.

Dans ces chiffres ne sont pas comprises les acquisitions qui représentent la belle somme de 20.652.115 fr., dont 4.929.498 fr. dans les Alpes du Nord, soit en moyenne de 125 fr. à l'hectare, et 15.722.617 fr. pour les Alpes du Sud, soit une moyenne de 103 fr. à l'hectare. Les prix à l'hectare pour les terrains acquis à l'amiable et par expropriation diffèrent aussi, ces derniers étant toujours beaucoup plus élevés. C'est une des raisons pour lesquelles le Service forestier a renoncé de continuer à exproprier.

Donc, les dépenses globales engagées jusqu'à ce jour pour les travaux de la restauration et la conservation des terrains dans les Alpes françaises s'élèvent à 91.002.179 fr. Dans cette somme n'entrent pas les dépenses faites pour les améliorations pastorales.

Le rendement des dépenses engagées. — Pouvons-nous maintenant calculer, d'après ces chiffres des dépenses globales, le prix de revient à l'hectare de la forêt reconstituée ? A mon avis, ce serait un non-sens, parce que les surfaces reboisées jusqu'aujourd'hui sont le produit de travaux incessants, tant en ouvrages d'art qu'en travaux forestiers pris et repris sans cesse jusqu'au moment où la forêt s'est définitivement installée. Dans la plupart des cas, la valeur du bois est inférieure de beaucoup au prix de revient. Mais il ne faut pas perdre de vue que ces travaux ont eu pour but tantôt de constituer des forêts protectrices de surfaces vulnérables, *abstraction faite de leur valeur intrinsèque*, tantôt de rendre inoffensifs des torrents dangereux par des moyens jugés plus sûrs que la forêt, du moins pour le moment et dans certains cas spéciaux : résultats inappréciables.

C'est pour cela que nous ne suivrons pas Demontzey dans ses

pronostics qu'il n'est cependant pas sans intérêt de rappeler. En 1894, il publie les résultats du reboisement jusqu'à la fin de 1892, et il en déduit ceux qu'on peut encore espérer et les dépenses qui seront nécessaires pour les atteindre ¹¹⁸. Ainsi, pour toutes les Alpes, sur 61.667 ha. acquis jusqu'en 1892, on avait reboisé 33.637 ha. pour lesquels on avait dépensé 19.232.701 fr., ce qui porte — d'après ces calculs — à 287 fr. le prix de revient de l'hectare reboisé et à 576 fr. celui de l'hectare restauré (y compris les travaux d'art). Restaient à reboiser 28.030 ha. pour lesquels il suffirait encore de prévoir 14.511.280 fr. Enfin, pour que le travail soit complet, il fallait encore acquérir et restaurer 193.529 ha. de terrains dégradés dans l'ensemble des Alpes pour lesquels seraient nécessaires 16.350.888 fr. pour l'achat et 78.521.734 fr. pour les travaux. Ainsi tous les travaux de restauration exécutés et à exécuter, d'après Demontzey, auraient dû coûter :

Acquisitions faites de 61.667 ha.....	7.724.416 fr.
Travaux exécutés pour la restauration de 33.637 ha.....	19.232.701 »
Travaux à accomplir, 28.030 ha.....	14.511.280 »
Acquisitions nouvelles, 193.529 ha.....	16.350.888 »
Travaux nécessités par ces 193.529 ha.....	78.521.734 »
	136.341.019 fr. or

Il allait, avec ces calculs, jusqu'à la fixation de la date où, les travaux terminés, « la grande entreprise de l'extinction des torrents par le reboisement se trouverait achevée ¹¹⁹ ». Il prévoyait encore 37 années de travail, période qui nous conduit en 1929. Or, nous restons aujourd'hui fort loin de la réalisation qu'il espérait.

Torrents éteints, en cours de correction et restant à corriger.

Rappelons-nous que le mouvement de reboisement dans les Alpes françaises avait été déclanché par la nécessité de lutter

¹¹⁸ Voir P. Demontzey [30], p. 160-172.

¹¹⁹ P. Demontzey [30], p. 169.

contre les torrents dont les ravages inquiétaient l'opinion publique.

Le même auteur nous apprend tout d'abord que, dans les Alpes françaises, il y avait 1.138 torrents, dont 296 classés comme grands torrents et 840 comme torrents secondaires¹²⁰; tous intéressant le sort de 616 communes. Dans le but unique de fixer les terrains menacés et d'éteindre les torrents, l'Etat avait réussi à acquérir, à la fin de 1892, une surface de 61.667 ha., dont 30.539 ha. avaient été reboisés, et voici le bilan des résultats obtenus :

	Grands torrents	Torrents secondaires	Communes affectées
Corrigés.....	24	81	} 196
En cours de correction.....	109	249	
Restaient à traiter	165	510	420

Nous ne tenterons pas d'opposer à sa liste une liste et une classification des torrents actuels; d'abord, parce que le nombre total même des torrents des Alpes françaises ne coïnciderait pas dans l'une et dans l'autre; à plus forte raison, la liste des torrents qu'il déclarait corrigés et qui se trouvent parfois aujourd'hui en cours de traitement.

La difficulté de comparer les chiffres actuels avec ceux du grand reboiseur s'explique par les faits que son expérience, pourtant longue, ne lui avait pas permis de cataloguer, mais qui se sont imposés par la suite à ceux qui ont travaillé après lui. De plus, pour Demontzey, il n'y avait pas de torrents incorrigibles. Pour lui, tout était possible, et un torrent corrigé le serait pour toujours. Des années d'observation ont malheureusement détruit cet optimisme : l'impossibilité bien connue d'installer la forêt dans certains endroits suffit pour nous faire comprendre

¹²⁰ L'auteur considérait comme torrent secondaire celui qui ne demandait pas, pour être éteint, une dépense supérieure à 100.000 francs.

que, dans la nature, « il y a des plaies qui ne sont pas dues à l'action de l'homme, qui ont existé depuis fort longtemps, tout au long des temps historiques actuels et existeront toujours, quoi que l'homme puisse faire ». Ainsi aujourd'hui, qui voudrait affirmer que les torrents de Riou-Bourdoux à Barcelonnette, de Saint-Antoine à Bourg-d'Oisans, de Sainte-Marthe à Embrun, nous laissent à l'abri de toute surprise ? Pourtant ils étaient considérés comme corrigés en 1894¹²².

Sans doute, on a beaucoup travaillé depuis 40 ans, mais pas tout à fait selon les prévisions de Demontzey, ni dans l'espoir de résultats aussi définitifs.

Les dégâts évités.

Pourtant les résultats obtenus n'en restent pas moins considérables : il y a actuellement des torrents éteints, peut-être beaucoup plus qu'en 1892. Mais de plus, il ne faut pas croire que les torrents qu'on qualifie « d'incorrigibles » ne méritent plus notre attention. Si nous avons besoin de nous garantir contre leurs débordements, nous choisirons d'urgence pour eux certains travaux appropriés, et non sans succès. C'est qu'en effet, il faut donner aujourd'hui un autre sens à cette science de la correction des torrents : *il ne s'agit pas de les transformer tous, et à tout prix, en un ruisseau paisible et bienfaisant, mais il suffit — pensons-nous — d'arriver à la canalisation du mal pour l'éloigner des établissements humains*. Cela ne veut pas dire que nous renonçons à la forêt. Nous affirmons, au contraire, qu'elle doit être installée partout où elle peut pousser, mais si les conditions hostiles nous obligent à nous passer d'elle, nous cherchons seulement le moyen le plus rapide, le plus efficace et le moins coûteux pour écarter le danger.

Une idée nouvelle provoque naturellement l'élaboration d'une

¹²² P. Demontzey [30], p. 98-127.

méthode nouvelle, et nous croyons que la méthode initiale de la correction des torrents a subi cette adaptation. Tous les exemples des travaux étudiés précédemment en sont une preuve. Le torrent de Saint-Julien en Maurienne n'est pas un ruisseau paisible, mais les travaux qui l'enchaînent le mettent hors d'état de nuire; c'est beaucoup. De même pour le torrent Morel en Tarentaise, Saint-Antoine et Charmaix à Modane, et combien d'autres.

La forêt et le régime des eaux.

Quant à l'influence de la forêt sur le régime des eaux et les inondations, elle mérite certainement un examen attentif et, dans la mesure du possible, une mise au point.

Cette question présente, en effet, l'originalité d'intéresser tout le monde, depuis qu'un puissant courant d'opinion incline à chercher dans la présence des arbres le seul remède efficace contre les catastrophes résultant des crues.

Quand nous avons annoncé la méthode appliquée par les forestiers contre les torrents, nous avons montré ce qu'on attendait de la forêt : fixation des sols sur les pentes, suppression de l'érosion, régularisation du régime des eaux, *défense contre les inondations*.

Entre temps, beaucoup de discussions — pour et contre — se sont engagées autour du rôle protecteur de la forêt et surtout au point de vue de son influence hydrologique. Il n'était pas très facile d'appuyer les affirmations sur des observations minutieuses faites sur ce point particulier. Il est tout d'abord extrêmement rare de trouver dans la nature des bassins de réception de torrents ou de rivières placés dans des conditions identiques, les uns boisés, les autres non, où pourraient se poursuivre les observations. D'autre part, elles demandent beaucoup de temps et de précautions en dehors de l'argent et de la compétence.

Dans la dernière décade ont été publiés les résultats d'une série de recherches, d'une précision incontestable, poursuivies

en divers pays du monde : Suisse, Amérique, Japon, pour ne parler que des plus récentes.

En Suisse, les recherches se sont poursuivies dans l'Emmenthal des Préalpes sur deux petits bassins (56 et 70 ha.), de caractères physiques analogues, l'un presque entièrement boisé, l'autre aux deux tiers dégarni de forêts. Les sols sont de nature molassique, les altitudes de 900 à 1260 m. Ces bassins sont exposés au Sud-Ouest d'où viennent les vents pluvieux; la pluviosité annuelle y est de 1.600 mm. par an. Les pluies générales, qui ont duré 6-7 jours, ont amené 133 mm.; les orages suivis de pluies n'ont pas dépassé 89 mm. en 14 heures.

Nous empruntons à M. Huffel¹²³ les conclusions tirées de l'observation des phénomènes qui se sont succédé dans les deux bassins pendant la période déterminée.

Dans le cas de sols forestiers en bon état, les eaux météorologiques pénètrent et s'écoulent souterrainement; dans le cas de sols découverts, au contraire, surtout lors des pluies intensives ou des fontes de neige rapides, les eaux s'écoulent par ruissellement à l'état sauvage. Contrairement à ce que nous pouvions attendre, ce ruissellement aurait atteint son maximum d'intensité sur des sols gazonnés en forte pente.

L'influence favorable de la forêt sur le régime des eaux résulte en toute première ligne de la perméabilité et de la porosité du sol. Cette porosité n'existe pas seulement dans les couches superficielles, elle se trouve aussi dans les étages profonds. La porosité résulte de l'action d'un couvert permanent, de la présence de l'humus, de la pénétration profonde du sol par d'innombrables racines — mortes ou vives — enfin de la présence d'une nombreuse faune.

Le ralentissement d'écoulement provoqué par la forêt ne tient pas principalement à la grande hygroscopicité de la couverture morte due aux mousses couvrant le sol. Une couche abondante

¹²³ G. Huffel [50, 51]; voir aussi M. Pardé [84].

de mousses ou d'humus exerce, au contraire, une influence défavorable sur le régime des eaux. Elle absorbe sans doute beaucoup de liquide, mais une fois qu'elle est saturée, n'en cède presque pas au sol sous-jacent et forme une couche quasi imperméable qui laisse écouler l'eau à l'état sauvage à sa surface. De même, une couche épaisse de feuilles mortes ou d'aiguilles favorise le ruissellement en terrain incliné.

Les observations faites jusqu'à présent montrent que, lors des fontes de neige rapides, au printemps ou en hiver, les crues sont bien moins intenses et que le débit total des cours d'eau reste beaucoup moindre dans le bassin boisé. Si le sol forestier n'est pas congelé ou déjà saturé d'eau par des pluies antérieures, il emmagasine, grâce à sa porosité, toute l'eau de fusion pour ne la céder que par un écoulement lent et souterrain.

Lors des pluies d'orage ou d'averses intenses de courte durée, le pouvoir de rétention de la forêt se montre très grand.

Lors des pluies générales et prolongées, l'influence de la forêt sur l'écoulement des eaux est très différente, suivant les conditions météorologiques de la période précédente. *Si le sol est saturé d'eau par des pluies antérieures, il est devenu impénétrable, l'action de la forêt devient nulle, et l'eau de pluie s'écoule à sa surface à l'état sauvage.* Si, au contraire, le sol est pauvre en eau, au début il en absorbe de grandes quantités et le ruissellement est diminué ou supprimé en forêt.

Dans la forêt bien traitée, *les érosions sont rares*, tandis qu'elles se produisent régulièrement en terrain découvert (et incliné).

Il en résulte que les inondations que la forêt ne peut pas toujours empêcher sont moins calamiteuses dans les régions boisées, parce que les eaux de crues charrient moins de matériaux, laissent moins de dépôts et possèdent une moindre force vive.

Pendant les périodes de sécheresse prolongée, le ruisseau du bassin forestier n'a jamais tari, à aucun moment, tandis que celui du bassin déboisé restait à sec pendant des périodes assez longues.

En Amérique ¹²⁴, les champs d'expérience étaient deux petits bassins de 80 ha., dans le domaine du Rio-Grande, situé dans l'Etat de Colorado, au centre des Rocheuses, de 2740 à 3360 m. d'altitude. Le sol de quartz-latite est couvert d'un épais manteau de sable et de grosses pierres. La pluviosité annuelle est de 534 mm.; les ruisseaux sont alimentés presque uniquement par la fonte des neiges et les précipitations hivernales. Les pluies d'été, rares, n'ont que peu d'influence sur le débit.

Les observations américaines confirment dans leur ensemble celles de l'Emmenthal suisse, mais font ressortir quelques différences importantes qui tiennent aux conditions si différentes de sol et de climat de la région où se trouvait placé le champ d'observations américain. Elles montrent qu'à la suite du déboisement, le régime des eaux sauvages devient beaucoup plus irrégulier. Les crues résultant de la fonte des neiges sont plus rapides et plus abondantes; la quantité de matériaux solides charriés par les eaux qui s'écoulent du bassin dénudé a augmenté dans la proportion de 1 à 7, et pendant les hautes eaux de 1 à 12. L'effet du déboisement est extrêmement net.

Mais, comme en Suisse, il s'agissait de bassins de réception très petits. Ils ne recevaient pas des quantités d'eau considérables, et surtout n'étaient pas soumis à des pluies torrentielles d'été ou d'automne. Enfin le sol y était assez absorbant eu égard à la faible lame d'eau annuelle; les crues ne pouvaient donc se montrer ni très fortes, ni très violentes. On ne se trouvait donc pas dans des conditions typiques et décisives.



Que vaudraient ces observations appliquées aux Alpes françaises, qui n'ont pas encore été le théâtre d'expériences semblables?

¹²⁴ Voir V. H. [56] et M. Pardé [84].

Nous avons affaire à de grands massifs montagneux, très souvent dressés au delà de la zone des forêts et livrés par là, sans défense, au ruissellement; un climat avec de formidables orages et des pluies prolongées, dépassant celles qui sont tombées sur les bassins de Suisse *pendant la période d'observations*. Nous savons que dans les Alpes françaises les averses atteignent 120, 150, 200 mm. et parfois plus en 48 heures, et non plus en 6-7 jours comme dans les bassins suisses étudiés ¹²⁵. Situations aggravantes : certaines pluies d'automne coïncident parfois avec la fonte des neiges précoces; enfin, prédominance sur bien des points de terrains affouillables.

On peut déduire facilement que la forêt, dans les Alpes françaises, où le taux du boisement ne dépasse pas 23,9 %, ne peut empêcher les inondations, provoquées par certaines précipitations qui excéderaient une certaine valeur dans un temps donné et dont la brusque abondance dépasse la possibilité d'infiltration.

Nous pouvons préciser par une observation nos suppositions. En septembre et octobre 1928, des pluies diluviennes sont tombées sur la moitié méridionale du massif du Pelvoux, déchaînées sur l'écran des grandes crêtes qui séparent le bassin de la Durance de celui du Drac.

« Une notable partie des terrains (30 % au moins) qui reçoivent les précipitations se trouve située au-dessus de la zone forestière et constituée en grande majorité de roches impermeables ou de glaciers. Elle était à peu près entièrement couverte de neige lorsque la pluie commença avec vent chaud du Sud. (Il pleuvait au moins jusqu'à 3000 m. au début.) Dans cette zone, la forêt, absente par la force des choses, ne pouvait avoir d'action. Les fortes pluies, activant la fonte simultanée des neiges préexistantes, fournirent des quantités d'eau formidables qui dévalèrent les pentes et vinrent gonfler énor-

¹²⁵ M. Pardé [84], p. 192.

« mément les torrents et les rivières ¹²⁶ » : Séveraisse en Valgaudemar, Séveraissette, Drac de Champoléon, Drac d'Orcières, torrents de Réallon, Rabioux à Châteauroux, Couleau à Saint-Clément, Biais à Freissinières, Fournel à Argentière, l'Onde à Vallouise « ont grandi — (malgré les déperditions estimées à « 50-60 % en septembre, 35-40 % en octobre) — dans une portion inconnue à la mémoire de l'homme, provoquant un « charriage formidable ¹²⁷. » Rien que de très normal dans ces phénomènes de hautes montagnes nues. Mais en forêt?

Plus bas, la zone boisée *une fois saturée*, — la capacité de rétention des eaux météorologiques étant ainsi annulée, — a laissé écouler immédiatement toute la masse d'eau qu'elle recevait, et celle-ci fut considérable. Sans doute, le ruissellement se trouva ralenti, mais il garda toute son importance en volume. Les eaux sont allées aux rivières intégralement, quoique dans un temps plus long que si le terrain avait été dénudé. Les crues furent donc moins subites, sans être le moins du monde supprimées.

« Peut-être même leur ralentissement dans certains bassins « fut-il une cause d'arrivée concomitante des hautes eaux de « divers bras dans la rivière principale ¹²⁸. » La forêt ne pouvait donc empêcher l'inondation.

Quand il s'agit, comme ici, de vastes surfaces, de bassins considérables, on ne peut en définitive compter sur les bois pour supprimer les effets des crues, écarter tous les risques, d'abord parce qu'il est vain d'espérer que le taux de boisement puisse s'y élever beaucoup (limite climatique supérieure infranchissable, terres cultivées nécessaires à l'homme) et aussi parce que le sol forestier, saturé par les fortes et longues averses, ne retient les eaux ni plus ni moins que le sol nu.

Mais il n'en reste pas moins vrai que l'existence de la forêt dans un petit bassin intégralement boisé conserve une influence

¹²⁶⁻¹²⁷⁻¹²⁸ *Un touriste* [99], p. 54.

locale bienfaisante, régulatrice, sur le régime du torrent qu'elle encadre.

Ainsi la forêt joue un rôle, mais un rôle nettement limité. Il ne faut pas lui demander davantage.

Mais du moins le boisement a un rôle de *protection absolue contre l'action torrentielle des eaux* qui ruissellent en montagne, c'est-à-dire la puissance d'érosion de ces eaux. Les rapports du personnel forestier sur la grande crue citée nous renseignent : « Les versants boisés des forêts communales, particulières et des séries de reboisement n'ont pas souffert à cause des pluies, ou très peu, même dans les régions les plus dévastées du Pelvoux. » De même, les recherches poursuivies en Suisse et en Amérique ont montré que l'érosion dans la forêt est réduite à néant.

Nous pouvons généraliser ces affirmations pour les Alpes françaises en nous appuyant sur l'autorité de l'éminent hydrologue M^r M. Pardé qui, examinant les résultats des expériences suisses et américaines précédemment citées, en tire quelques déductions à notre usage¹²⁹. Pendant les expériences américaines, une petite crue produite en août 1926 a suffi pour que dans le trimestre estival le bassin déboisé charrie 21 fois plus de boue que le bassin boisé. Dans nos montagnes, où foisonnent les terrains torrentiels et où sévissent de grandes averses auxquelles on doit les transports les plus puissants, à combien pourrait-on estimer les différences de charriages? « Avec des pluies annuelles de 1 à 2 m., des averses de 50 à 200 mm. en un jour et sur un sol affouillable de marnes, — caractères fréquents dans les Alpes françaises, — le déboisement aurait peut-être centuplé sinon augmenté mille fois l'érosion, donc l'encombrement des lits¹³⁰. »

¹²⁹ Voir M. Pardé [84].

¹³⁰ M. Pardé [84], p. 197.

Est-il encore besoin d'insister sur la nécessité du boisement de ces terrains affouillables des Alpes, qui dans la plupart des cas se trouvent dans la zone des forêts? Avec le boisement, nous ne pourrions pas toujours empêcher les inondations, mais au moins nous réduirons le volume des matériaux charriés au cours des grandes crues. Ce volume dépasse tout ce qu'on peut imaginer : ainsi de 1911 à 1912, à Montmélian, l'Isère a charrié l'effrayante quantité de 38.800.000 tonnes de boues; l'année suivante, ses transports se sont élevés à 39.800.000 tonnes. A certains moments, l'Isère a entraîné jusqu'à 123 kg. de matières fines par m³, soit 4 millions de tonnes en un jour... Le Drac arrache à son bassin 6 à 7.000 tonnes de boues par km² et par an, soit 21 à 25 millions de tonnes au total... La Durance charrie 13 à 15 millions de tonnes à Mirabeau. Dans sa traversée des terres noires, entre Embrun et Sisteron, elle arrache jusqu'à 1.500 tonnes par km², et peut-être 2 à 3.000 tonnes dans la zone d'élection des torrents, entre Embrun et Rousset¹³¹.

Si nous parvenons, à l'aide de la forêt, à réduire l'importance de ces transports en temps de crue, le volume de la masse en mouvement en sera diminué et avec lui l'étendue des ravages. De plus, « l'inondation broyée par les forêts ne laissera pas
« après elle de dépôts de graviers ou de boues qui rendent par-
« fois tout à fait inutilisables les terres couvertes par les
« crues¹³² ».

En somme, pour l'influence des forêts sur les inondations en particulier et sur l'hydrologie en général, l'opinion autorisée de M^r M. Pardé est infiniment suggestive : « Le boisement n'est
« qu'un des facteurs de l'hydrologie et, selon toutes probabilités,
« pas le principal. Même lorsqu'il révèle toute son efficacité,
« il peut être dominé, contrarié, atténué, en certaines circons-

¹³¹ Voir M. Pardé [82], p. 513, 524, 760.

¹³² *Un touriste* [99].

« tances annulé par le rôle de la nature du sol, et surtout du
« relief et de la météorologie. Et, lorsque des comparaisons nou-
« velles effectuées dans des terrains, sous des climats variés,
« auront enrichi nos connaissances, nous pourrons dire, sans
« doute avec plus de certitude : le boisement tend à produire
« telle conséquence; mais nous doutons que cette tendance
« l'emporte sur les autres conditions naturelles ¹³³. »

Le domaine des travaux forestiers : ses limites.

Après tant de recherches, nous apparaissent plus nettement le rôle exact de la forêt et les services que nous pouvons attendre d'elle. Ainsi renseignés, il serait absolument ridicule d'attendre du reboisement et des travaux annexes la guérison de tous les maux de la montagne. Il n'en reste pas moins vrai que d'immenses progrès ont été réalisés grâce aux efforts des forestiers dans l'amélioration de la vie humaine : concentrée dans les grandes vallées, aujourd'hui plus qu'autrefois, elle est en définitive la dernière raison, ou pour mieux dire *la seule*, de ces travaux complexes. Or, cette vie est devenue plus facile, plus large depuis que les montagnards sont défendus contre les torrents. De plus en plus confiants dans le succès des travaux exécutés sous le contrôle de l'Administration forestière, ils les réclament, ils offrent même volontairement l'abandon des terrains nécessaires pour leur exécution.

Quant à évaluer même approximativement l'importance économique des résultats obtenus par le « reboisement », c'est très difficile. Des enquêtes locales multipliées seules pourraient permettre de préciser. Malgré l'intérêt que nous y aurions pris, nous n'avons pu les entreprendre. Bornons-nous donc à noter l'impression de bien-être relevée dans les villages autrefois menacés, aujourd'hui tranquilles; çà et là, l'extension des cul-

¹³³ M. Pardé [84], p. 189-199.

tures sur les cônes de déjections mis à l'abri des débordements des torrents; enfin le témoignage unanime des habitants rassurés. Partout où un village, une route, une voie de chemin de fer se trouvaient menacés, on a réussi à conjurer le désastre imminent. Qu'on se reporte à notre chapitre sur « les travaux » pour y retrouver des exemples précis. En voici d'autres : si le village de Montdenis a été mis à l'abri par le tunnel de Saint-Julien, les drainages et le reboisement du versant qui tendait à glisser sous lui, la petite ville de Saint-Julien-en-Maurienne, rassurée aussi, voit passer tranquillement les grandes crues du même torrent dans le canal ouvert sur son cône de déjections libre désormais pour les cultures. En Diois, un hameau de la commune de Menglon n'est plus évacué périodiquement à l'occasion des grandes crues du torrent des Gallands; bien plus, les habitations s'y multiplient, témoignage frappant de la sécurité obtenue. Le village de la Mure-sur-Verdon, dans les Basses-Alpes, se gardait péniblement des eaux de crue issues de son ravin, par un mur dressé entre lui et les premières maisons. Le mur n'empêchait pas d'ailleurs le torrent de dévaler par les rues du village jusqu'au Verdon, tandis que les habitants se barriadaient chez eux, renforçant le bas des portes avec des planches. Aujourd'hui le ravin est boisé, l'eau qui s'écoule n'est jamais suffisante pour aborder les habitations.



Mais, dans les Alpes, il y a encore du travail, et il ne faut pas songer à la possibilité de cesser un jour la lutte contre les torrents. Aujourd'hui, la vie humaine est moins éparpillée, plus intense dans certaines grandes vallées où s'est concentrée l'activité et où se multiplient les usines, routes, voies ferrées et autres organismes vulnérables qui réclament une protection. Ce n'est donc pas le moment d'abandonner la partie.

Toutefois, par le fait que les crédits alloués sont restreints,

il s'agit de les utiliser avec discernement. Une première question qui se pose c'est de savoir choisir, pour les traiter, les torrents qui intéressent — parce qu'ils les menacent — les établissements humains.

Puis il faut choisir aussi le traitement le plus indiqué, susceptible de donner, avec le minimum de frais et de travail, le maximum de résultats. Il y a donc une *question d'ordre économique* dont on ne peut pas faire abstraction. Pourquoi faire des travaux coûteux, par exemple, pour quelques maisons d'un misérable village, quand elles imposeraient moins de dépenses pour être reconstruites à l'écart du danger? C'est le cas du torrent de Font-Claude, à Vergons-sur-Verdon; le torrent des Palles, à Chantelouve dans l'Isère; le Riou Sec, en Maurienne; le torrent Réal, affluent du Tuebi, dans les Alpes-Maritimes, et beaucoup d'autres.

Et ainsi, malgré l'intérêt général, mais lointain, que pourrait offrir la correction — coûteuse — d'un torrent actif, ce torrent ne nous paraît pas mériter, pour l'instant, la moindre dépense, s'il n'est pas une menace directe, grave et immédiate pour l'homme. Voilà pourquoi certains torrents violents peuvent nous paraître oubliés : ils ne doivent leur liberté provisoire qu'à la disproportion des dépenses qu'ils exigeraient en regard des résultats.

Cette abstention n'est-elle pas de la sagesse? On sait que les travaux de correction exigent des dépenses considérables, et plus encore, sur ce point, il faut prévoir les surprises possibles. Mieux vaut ne pas céder sans urgence que « devenir la victime d'un engrenage fatal de travaux qui ne finissent jamais ¹³⁴ ».



Enfin, puisque l'Etat semble prendre à sa charge la protection des populations montagnardes contre les dangers naturels

¹³⁴ F. Briot [14].



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. IV-A. — Les ravins de Chantelouve (Isère), vue d'ensemble.



Cliché Adm. Eaux et Forêts.

Pl. IV-B. — L'éboulement du 19 novembre 1926 à Roquebillière (Alpes-Maritimes).

en endiguant ces dangers, et même alloue fréquemment des indemnités aux sinistrés, il paraît normal et conforme à une politique d'économie d'être plus que jamais prévoyant, de s'adapter aux situations. Dans le cas où rien ne peut être tenté, on peut laisser la route libre aux torrents, quitte à interdire l'établissement de l'homme sur les points menacés.

CHAPITRE VII

LE REBOISEMENT ALPESTRE ET LES PRODUITS FORESTIERS

Comme nous l'avons prévu à la fin de notre étude du domaine à reboiser, la forêt n'est pas seulement la meilleure protection contre la dégradation de la montagne, mais elle représente, sitôt qu'elle est en bon état, une valeur importante qu'il serait intéressant d'examiner. Pendant très longtemps cette considération a été rejetée au second plan, et cela s'explique, d'abord parce qu'il s'agissait de fixer les terrains sur les pentes avec des végétaux choisis pour les avantages qu'ils présentent à cet effet, bien plus que pour leurs usages ultérieurs possibles, ensuite parce que les arbres nouveaux ne peuvent pas représenter une valeur marchande avant d'avoir atteint certaines dimensions.

Cette apparente indifférence aurait pu se prolonger, si la France était assez bien pourvue d'autre part pour se permettre de négliger les ressources forestières alpestres de date récente. Ce n'est pas le cas, et nous nous en rendrons compte avec plus de précision par un coup d'œil sur l'ensemble des forêts françaises.

Les forêts françaises.

Etendue. — La surface des forêts de la France était, en 1928, de 10.353.000 ha.¹³⁵, dont :

¹³⁵ Carrier [20], p. 350.

1. Forêts appartenant à l'Etat.....	1.459.000 ha. soit 14 %	
2. Forêts appartenant aux communes, départements, établissements publics, y compris 236.700 ha. non soumis au régime forestier.....	2.445.000	- 23,6 %
3. Forêts appartenant aux particuliers.....	6.449.000	- 62,4 %

Domaine forestier de l'Etat. — Il représente 14 % de l'ensemble des forêts de France et « joue, avant tout, un rôle d'utilité publique; le bois d'œuvre de fortes dimensions est, en effet, une matière première indispensable au travail national. Or, la production des gros bois ne peut guère être le fait des particuliers; d'une part, en effet, elle exige une continuité de vues qu'il est bien difficile d'attendre de propriétaires successifs pendant les 150 à 200 ans nécessaires pour amener un chêne à sa maturité; d'autre part, par suite du ralentissement de la croissance des arbres avec l'âge, la production des gros bois ne rémunère que faiblement les capitaux qui y sont engagés. C'est donc aux propriétaires impérissables, et avant tout à l'Etat, qu'il appartient d'assurer la production des bois d'œuvre de fortes dimensions; c'est surtout à ce point de vue que doivent être envisagées les forêts domaniales plutôt qu'au point de vue du rendement financier¹³⁶ ». Voilà donc la politique suivie par l'Etat en ce qui concerne le régime à appliquer à ses forêts.

Forêts appartenant aux communes et aux établissements publics. — Elles représentent un taux assez élevé : 23,6 %. La plus grande partie de ces forêts, 90 %, soit 2.208.300 ha., sont soumises au régime forestier et gérées par l'Administration des Eaux et Forêts « suivant les mêmes règles que les forêts domaniales ». Elles sont donc à l'abri de tout défrichement et de toute exploitation abusive. « Toutefois, si les principes sont les mêmes, le Service forestier ne peut pas, dans le traitement à appliquer aux forêts communales, se laisser guider entièrement,

¹³⁶ Carrier [20], p. 350-354.

comme pour les forêts domaniales, par des considérations d'intérêt général. Il est obligé de tenir compte des désirs des communes, de leurs ressources, et des besoins de leurs habitants. Aussi, les forêts communales sont-elles moins riches en gros matériel que celles de l'Etat, le bois de feu y tenant une place plus importante. C'est pourquoi, pour une étendue et pour un rendement en matière très supérieur, les forêts communales ne donnent qu'un rendement en argent sensiblement égal à celui des forêts domaniales¹³⁷. »

Forêts appartenant aux particuliers. — Vis-à-vis des forêts particulières, qui représentent 62,4 % du total, la France « a suivi jusqu'à présent une politique de liberté presque absolue. En dehors de trois cas dont il sera parlé ci-après (défrichement et forêts de protection), l'Administration des Eaux et Forêts n'intervient en aucune manière dans la gestion des bois des particuliers... La propriété forestière privée est très morcelée, ainsi qu'en témoigne la répartition donnée par la statistique de 1892, d'après laquelle 1.445.730 propriétaires possèdent moins de 10 ha., 63.734 possèdent de 10 à 50 ha., 15.789 possèdent de 50 à 200 ha. et 3.299 seulement possèdent plus de 200 ha.... La forêt privée produit beaucoup moins de bois d'œuvre que les forêts soumises au régime forestier¹³⁸. »

Nécessité de l'extension de la forêt française. — Un rapport présenté par M. Carrier, directeur général des Eaux et Forêts, au Conseil National économique, montre que la production en bois de la France ne suffit pas à sa consommation, et que l'on produit du bois de feu, en surabondance, tandis que la production en bois d'œuvre est déficitaire. Après la comparaison de la balance commerciale pendant trois années avant et trois an-

¹³⁷ Carrier [20], p. 355-356.

¹³⁸ Carrier [20], p. 357.

nées après guerre, il conclut que l'excédent moyen des importations de la France en bois sur les exportations, y compris les pâtes à papier et papiers, traduits en volumes de bois ayant servi à leur fabrication, est de 4 millions de mètres cubes avant-guerre pour 3 millions de mètres cubes seulement après, mais ces 3 millions de mètres cubes, dont la plus grande partie correspond au papier et à la pâte à papier, ont une valeur très supérieure aux 4 millions de mètres cubes d'avant-guerre ¹³⁹.

Voilà une première nécessité qui s'impose pour la France déficitaire : reboiser ses terrains inutilisés jusqu'à ce jour et dont l'étendue est considérable. La statistique agricole publiée en 1921 a donné en effet, pour l'utilisation du sol de la France, la répartition suivante ¹⁴⁰ :

Terres labourables, y compris les prairies artificielles.	41,7 %
Prairies naturelles et pâturages	20,1 %
Vignes	2,9
Cultures maraîchères.....	0,6
<i>Landes et terres incultes</i>	8,4
Cultures diverses, oseraies, cultures maraîchères et florifères, houblonneries.....	7,3
Forêts.....	19,0
	100 %

C'est-à-dire qu'il y a dans toute la France, dont la superficie est de 55.098.600 ha., environ 4.600.000 ha. de landes et terres incultes, qui attendent, pour la plupart, d'être utilisées d'une façon ou de l'autre. Or, on estime que 2/3 de ces terres incultes pourraient être reboisées ¹⁴¹.

Pareils terrains vacants se trouvent aussi, nous l'avons vu, dans les Alpes et surtout dans le Sud; nous n'en redonnerons qu'une preuve : l'énorme chiffre de la surface achetée par l'Etat en dehors des périmètres établis pour le reboisement et qui n'est autre que celle des terrains abandonnés par la culture.

Pour ramener à zéro la différence, exprimée en volume, entre

¹³⁹ Carrier [20], p. 349-350.

¹⁴⁰⁻¹⁴¹ *Cours de géographie forestière* [33], p. 101.

les importations et les exportations françaises, l'Administration forestière suppose qu'il faudrait reboiser en une cinquantaine d'années environ un million et demi d'ha. de terres en friches ¹⁴². Quelle sera la participation réservée aux Alpes dans ce programme?

La forêt alpestre.

Etendue et taux de boisement. — D'après les chiffres que nous avons pu combiner, la surface approximative classée comme forêts dans les huit départements auxquels nous avons limité notre travail (Haute-Savoie, Savoie, Isère, Hautes-Alpes, Drôme, Basses-Alpes, Vaucluse et Alpes-Maritimes) est de **1.236.415 ha.**, soit 27,5 % de la surface totale de ces départements, qui s'élève à 4.483.734 ha. Mais si on déduit de ce total la surface considérée comme improductive : rochers, marais, tourbières, etc., englobée dans la masse, celle qui attend d'être reboisée et même les parcelles classées en dehors de l'aménagement (pour les forêts aménagées), il en reste seulement **1.073.567 ha.**, soit **23,9 %** de la surface totale de ces départements.

Le pourcentage représenté par cette surface boisée, par département, apparaît comme suit :

Drôme.....	28,40 %	Basses-Alpes.....	24,24 %
Haute-Savoie.....	26,66 %	Isère.....	22,53 %
Alpes-Maritimes.....	26,00 %	Savoie.....	20,66 %
Vaucluse.....	25,00 %	Hautes-Alpes.....	20,00 %

Nature de propriétaires. — La répartition de la forêt alpestre par nature de propriétaires est la suivante :

1° Particuliers :

Productives.....	512.096 ha., soit 47,8 % du total boisé.			
Improductives.....	26.881 »	—	—	—
Total.....	538.977 ha.			

¹⁴² Carrier [20], p. 349-350.

2° Communes et établissements publics :

Forêts soumises au régime forestier	Productives.....	371.402 ha., soit 34,5 %.
	En dehors de l'aménagt	46.786 »
Total.....		418.188 ha.

Forêts non soumises au régime forestier	Productives.....	47.244 ha., soit 4,4 %.
	Improductives.....	12.241 »
Total.....		59.485 ha.

Total général... 477.673 ha.

3° État.

a) Forêts domaniales :

Productives.....	26.953 ha., soit 2,5 %.
En dehors de l'aménagt	1.902 »
Total.....	28.855 ha.

b) Séries de reboisement :

Boisées.....	115.872 ha.,	soit 10,8 %
A reboiser.....	42.984 »	— —
Non susceptibles... .	32.054 »	— —
Total.....	190.910 ha.	

Total général... 219.765 ha.

Ces chiffres montrent tout d'abord qu'à peu près la moitié de la surface boisée des Alpes est la propriété des particuliers, que les communes en possèdent 38,9 %, dont 34,5 % sont soumises au régime forestier, et que l'Etat n'en a que 13,3 %, dont seulement 2,5 % produisent des revenus; enfin que la surface restant à boiser, en dehors de l'aménagement, et non susceptible de reboisement, représente 35 % de la surface totale des terrains possédés par l'Etat.

Les essences des forêts alpestres. — Nous n'insisterons plus sur les questions, déjà traitées, de la répartition des essences et de l'état de la végétation. Quelques chiffres nous suffiront pour mettre en relief une fois de plus la différence du paysage végétal entre le Nord et le Sud. Ainsi, dans les deux départements de la Savoie, les résineux — sapin et surtout épicéa — dominent avec 60 %; viennent après le hêtre et le chêne. Dans l'Isère, la proportion des résineux tombe à 40 %, tandis que celle du hêtre

atteint 30 % (à cause des Préalpes). Dans la Drôme, le chêne occupe 50 %, le hêtre 30 %, tandis que l'épicéa et le sapin représentent à peine 20 %. Dans les Hautes-Alpes, c'est le mélèze qui l'emporte avec 35 %, cantonné dans le Briançonnais; le Queyras, l'Embrunais; les autres résineux groupés se classent avec un pourcentage assez élevé de 40 %, en dehors du pin sylvestre qui occupe à lui seul 10 %. Dans les Basses-Alpes, le mélèze occupe dans les vallées méso-alpines, et surtout dans celles de l'Ubaye et du Haut-Verdon, encore 25 %; d'autres résineux, y compris le pin noir d'Autriche des reboisements, représentent 40 %; le pin sylvestre a sa part avec 15 %, tandis que les feuillus n'ont que 20 %. Dans les Alpes-Maritimes, l'épicéa et le sapin réapparaissent et sont représentés par 30 %, le pin sylvestre avec 25 %, le pin d'Alep 5 %; le pin maritime 15 %; le mélèze 20 %. Enfin, dans le Vaucluse, en partie méditerranéen, apparaissent : le chêne vert 40 %, le pin d'Alep 1 %, et enfin le chêne rouvre (variété pubescens) 40 %.

Le régime cultural auquel sont soumises les forêts alpestres diffère d'après les essences qui les constituent, d'après la région climatique considérée et même d'après les propriétaires.

Ainsi, tandis que les résineux ne peuvent être traités qu'en futaie, les feuillus acceptent les trois différents régimes : futaie, taillis, taillis sous futaie. Les forêts du Nord et celles de la haute montagne en général, peuplées en majorité de résineux, seront donc soumises au régime de la futaie. Un exemple : dans la Haute-Savoie, du total de 121.567 ha. de forêts (sauf les reboisements, d'ailleurs pareillement traités), 61.072 ha., soit 54 %, sont des futaies, 12.080 ha. des taillis sous futaie, 852 ha. en conversion, 39.462 ha., soit 35 %, en taillis, et le reste est considéré comme improductif. Dans le Sud, au contraire, ce sont les taillis et les taillis sous futaie qui dominent. Par exemple, dans le Vaucluse, du total de 87.686 ha. de forêts communales et particulières, 66.978 ha., soit 76 %, sont des taillis, 9.130 ha., soit 10,4 %, des taillis sous futaie, 53 ha. sont en conversion et

3.633 ha. en futaie, soit 4,1 %. L'Etat ne possède que 10.027 ha., dont 6.802 sont des reboisements. Si on considère le département de la Drôme, du total de 160.571 ha. de forêts communales et particulières, 123.381 ha., soit 76 %, sont des taillis, 5.503 ha. des taillis sous futaie, 1.936 ha. en conversion et 21.223 ha. en futaie, soit 14 %.

En examinant les statistiques, on pourrait aussi observer que dans les bois particuliers ce sont surtout les feuillus qui prédominent, tandis que dans les bois communaux et de l'Etat ce sont les résineux. Ainsi, dans la Savoie, tandis que l'épicéa occupe 45 % de l'ensemble des forêts soumises, chez les particuliers il n'occupe que 20 % ; au contraire, les feuillus, dans les forêts soumises (Etat et communes), sont moins nombreux, tandis que chez les particuliers ils constituent la majorité. Dans la Drôme, dans les forêts particulières, les feuillus représentent 80 % du total, le chêne rouvre tenant la tête avec 50 %, tandis que dans les forêts soumises au régime forestier, les feuillus n'occupent que 60 %, dont le hêtre représente 30 %.

Valeur marchande de la forêt alpestre. — Toutes les considérations qui précèdent resteraient dénuées d'intérêt si la forêt, dans les Alpes françaises, n'était pas une réalité d'ordre économique. Pour les Alpes du Nord, cette réalité est indiscutable et n'a été contestée par personne. Il en va tout autrement pour les Alpes méridionales, dites aussi Alpes sèches. M^r F. Lenoble, dans une étude ¹⁴³ qui a forcé l'attention, a cherché à démontrer que le reboisement dans les Alpes méridionales est une opération économique illusoire, les bois ayant dans le Midi « une valeur nulle ou très médiocre », et cette médiocrité résulte de la nature des peuplements, de la mauvaise qualité des bois en fonction de l'aridité du sol et de la sécheresse du climat, enfin de leur situation sur des « pentes escarpées ou des plateaux élevés éloignés des routes et des chemins de fer ». Il conclut :

¹⁴³ F. Lenoble [65].

pourquoi faire de nouvelles forêts si celles qui existent ne peuvent pas s'exploiter sans déficit?

Quant à l'utilité indirecte des forêts pour atténuer l'érosion et les inondations, il ne la nie pas, mais elle ne lui paraît pas suffisante pour l'amener à modifier sa conclusion : les travaux de reboisement restent une erreur économique, car « la plupart des auteurs ont surestimé cette utilité et exagéré la valeur des dégâts causés par les eaux de ruissellement des torrents ». Enfin il termine en affirmant que les seules cultures productives et « payantes » dans ces Alpes du Sud sont : l'élevage, la lavande et les vergers, sous réserve de perfectionner les modes d'exploitation traditionnelle des habitants, d'améliorer et d'étendre les prairies et les pâturages pour que l'élevage du mouton soit plus facile et plus prospère, de cultiver plus scientifiquement la lavande et les arbres fruitiers selon que s'y prêtent le sol et l'exposition.

A cette étude a répondu point par point M^r P. Mougin, inspecteur général des Eaux et Forêts ¹⁴⁴ qui a réussi à opposer à l'argumentation, sans doute intéressante mais qui résiste mal à un examen approfondi, de M^r Lenoble des rectifications essentielles.

M^r Mougin ne nie pas que « la sécheresse du climat et le peu de profondeur du sol ne sont guère favorables à la production ligneuse en bien des localités. Ce sont là des facteurs naturels, botaniques et météorologiques que l'homme doit subir; mais, au lieu de chercher à remédier aux conséquences fâcheuses qu'ils peuvent entraîner, il semble qu'il se soit évertué à les aggraver par la manière dont il a traité ses forêts ». Il montre alors le rôle de la « couverture morte » dans une forêt, couverture qui ne subsiste sur le sol « qu'autant qu'elle est abritée de l'action brutale du soleil, c'est-à-dire que le massif est complet » ou, si l'on préfère, le couvert plus épais. Dans cette région du

¹⁴⁴ P. Mougin [77].

Sud qui, plus que toute autre, réclamerait pour la formation et la conservation d'une « couverture morte » génératrice du sol forestier une protection perpétuelle contre l'ardeur dévorante du soleil, il arrive non seulement que les peuplements sont clairs par leur nature, mais qu'ils sont traités surtout en taillis. Quarante pour cent des bois seulement sont des futaies, et encore ce chiffre fait illusion, car il englobe les vastes pineraies du Var. De plus, les « révolutions » consenties à ces taillis par les propriétaires avides d'exploiter sont trop courtes : réduites parfois à 15 et 10 ans; ainsi la couverture morte n'a pas le temps de se constituer et les arbres n'arrivent pas à donner des graines. De là un continuel épuisement des forêts méridionales. Pour les deux tiers, elles sont exploitées sans prévoyance à tel point que beaucoup d'entre elles méritent à peine de porter le nom de forêt. M^r P. Mougin ajoute que si on doublait seulement la durée de la révolution des taillis pour l'étendre de 15 à 30 ans, par exemple, cela suffirait pour que le volume du bois exploitable passe de 8,7 m³ à 34,7 m³ en Vaucluse; donc le volume pourrait quadrupler alors que la révolution aurait simplement doublé¹⁴⁵.

Quant aux qualités des bois méridionaux contestées par M^r F. Lenoble, elles ne sont pas si méprisables : les pins, qui dans les Alpes méridionales constituent le tiers de la surface boisée, valent ceux du Jura et des Alpes du Nord; le mélèze, qui couvre 70.400 ha. dans le Sud, est un des bois les plus précieux : le « chêne » de la montagne. Nous ne poursuivrons pas plus avant la réfutation de M^r Mougin à propos des sapins, épicéas, chênes, hêtres, etc...

Enfin, sur la question de la difficulté d'exploitation, M^r Mougin s'accorde avec M^r Lenoble sur l'influence prépondérante du facteur transport dans la valeur marchande du bois, et il conclut que la région alpine est bien loin de posséder les voies de

¹⁴⁵ P. Mougin [77], p. 222.

communications qui seraient nécessaires à sa mise en valeur. Mais, contrairement à l'opinion de M^r Lenoble, il soutient que la création de routes peut être une opération fructueuse.

Pour conclure, il affirme que, « *traitées comme elles doivent l'être, les forêts méridionales rapportent, en matière et en argent, autant que les massifs plus septentrionaux des Alpes, toutes choses égales d'ailleurs* ¹⁴⁶ ».

Au cours d'une randonnée à travers les vallées méso-alpines du Sud, nous avons été frappé de l'importance du trafic du bois sur toutes les routes et dans toutes les gares du petit chemin de fer Digne-Nice. Ainsi, bon ou médiocre, nous avons pu constater que le bois des Alpes du Sud est l'objet d'une importante exploitation. Il suffit d'ailleurs de feuilleter, çà et là, les rapports des séances des Conseils généraux pour y trouver de nombreuses et pressantes demandes de coupes « extraordinaires » de bois. Ces demandes émanent des communes qui les justifient par un besoin d'argent immédiat : le bois communal représente donc bien une source de revenus sur laquelle on peut compter. Un exemple typique : la commune de Lambruisse, dans les Basses-Alpes, s'offre aujourd'hui le luxe de faire venir de Castellane-sur-Verdon, à une distance d'une trentaine de kilomètres, le courant électrique, installation payée par les revenus de la seule forêt communale soumise au régime forestier, qui s'étend sur 135 ha. Il s'agit d'une belle futaie de sapins productrice de bois d'œuvre. Ajoutons que cette commune non seulement trouve dans cette forêt l'argent nécessaire pour payer ses dettes, mais encore, par un véritable gaspillage, n'hésite pas à réserver pour le chauffage des habitants des arbres susceptibles d'une meilleure utilisation. Ce fait est d'autant plus regrettable que la commune de Lambruisse possède d'autres parcelles boisées en pins, non soumises au régime forestier, dont l'état est rendu misérable par une utilisation abusive et un pâturage

¹⁴⁶ P. Mougin [77], p. 233.

continu. Là elle trouverait des quantités suffisantes de bois de feu si elle consentait à soumettre ces parcelles au régime forestier.

Nous avons constaté personnellement que des coupes restent effectivement non vendues, et surtout celles des taillis. Il faut tout d'abord en rendre responsable la difficulté des communications : pour exploiter une faible qualité, il n'est pas possible de grever le prix de revient par une augmentation des frais généraux qui supprimerait tout bénéfice, tandis que les mêmes frais (routes, baraquements pour les équipes, transport et manutention, etc.) peuvent être supportés par une exploitation en grand. C'est ce que certaines communes ont compris en adoptant le système de la « concentration » des coupes : pendant un certain nombre d'années elles refusent les coupes auxquelles elles ont droit, pour en organiser l'exploitation en masse, après 5-6 ans d'attente. Cette solution se répand un peu partout dans les Alpes du Sud, c'est la seule possible dans la situation actuelle.

Ajoutons que là, plus encore qu'ailleurs, toute forêt inconsiderément exploitée s'épuise, mais qu'elle est susceptible d'amélioration si on veut la traiter avec intelligence et laisser agir le temps : « Pour constituer de toutes pièces une forêt nouvelle sur des sols essentiellement pauvres, pour la conduire jusqu'au moment où elle entre en plein rendement, il faut du temps; un siècle est souvent nécessaire ¹⁴⁷. »

Enfin une utilisation imprévue des richesses forestières peut, à un moment, offrir des possibilités de revenus telles que les intéressés n'hésiteront pas à faire les frais d'aménagement nécessités par l'exploitation. Nous n'en fournissons qu'une preuve, celle de l'ancienne forêt communale de Corbière qui se trouve à la limite méridionale du département des Basses-Alpes, au Sud de Manosque, d'une surface totale de 137 ha. Constituée en

¹⁴⁷ Salvador [24], p. 212.

grande partie de pins d'Alep, elle a été cédée volontairement à l'Etat en 1883, contre une somme représentant 106.000 francs de monnaie actuelle. Par des acquisitions ultérieures, la contenance de cette forêt a atteint 230 ha. L'ancien aménagement, qui date de 1886, n'a pas pu être appliqué à cause de l'absence de routes pour évacuer le bois, d'ailleurs de faible valeur. Aujourd'hui le « matériel » s'est accumulé, le bois gagne en valeur et est de plus en plus recherché par l'industrie de la caisserie et surtout par *le gemmage*. Dans la période de 1926 à 1929 inclusivement, cette forêt a fourni un revenu de 60.080 fr. pour le gemmage et 800 m³ de bois d'une valeur de 60.000 fr., ce qui représente au total un revenu évalué à 35.000 fr. par an, que l'aménagement permet d'assurer désormais pour l'avenir. Ainsi trois années ont suffi pour que l'Etat se trouve automatiquement remboursé du prix d'achat de la forêt de Corbière que la commune avait abandonnée, la jugeant improductive. C'est là un exemple et une impulsion pour l'emploi du pin d'Alep, sur une échelle plus grande, là où il est possible.

L'impression que nous rapportons de toutes nos enquêtes personnelles et de nos observations multipliées à travers la forêt des Alpes françaises reste traduite finalement par l'opinion de M^r Mougin, citée plus haut. Cette forêt, quoi qu'on ait pu dire ou craindre, est une intéressante partie du patrimoine français, malgré ses infériorités locales. *Susceptible d'améliorations*, d'extension, elle doit constituer une source importante et croissante de revenus.

Mais quelle différence entre la situation et le produit des surfaces boisées appartenant aux particuliers, aux communes et établissements publics, au domaine national !

Les forêts particulières. — Elles occupent, dans l'ensemble de la surface boisée des Alpes, 47,8 %. Cette grande étendue forestière est malheureusement très morcelée et exploitée sans autre souci que l'intérêt particulier immédiat si opposé à toute amélioration. Ainsi les 598.462 ha. des bois particuliers, qui ne

sont pas soumis au régime forestier, sont donc laissés à la libre utilisation de leurs propriétaires; ils se trouvent entre les mains de 320.069 propriétaires. Sur ce total, 375.418 ha., soit 62 %, sont divisés en parcelles inférieures à 10 ha., réparties entre 312.747 propriétaires. Morcellement néfaste au point de vue forestier.

D'autre part, 75 % de cette surface, soit 406.514 ha., sont exploitées en taillis, avec des « révolutions » variant de 10 à 25 ans, surtout entre 10 et 15 ans, et le plus souvent sans aucune méthode. Ces révolutions sont d'autant plus courtes que les taillis se trouvent plus proches de centres qui permettent l'écoulement du bois de chauffage. Ce mode d'utilisation, ajouté aux conditions générales de climat et de sol, a amené ces forêts à l'état actuel de ruine, si bien qu'on ne peut plus reconnaître en elles que des garrigues ou des maquis.

On comprend donc facilement qu'il ne faut pas compter sur ces bois au point de vue de l'économie générale. Ils produisent surtout du bois de chauffage. Une amélioration s'impose : prolongation des révolutions, suppression du pâturage, enrésinement des taillis.

L'exploitation illogique de ces forêts explique en partie les grands ravages de l'érosion qui ont déterminé les pouvoirs publics à voter, le 28 avril 1922, la loi des forêts de protection, dite aussi loi Chaveau, à laquelle nous avons fait allusion dans le chapitre III. En vertu des dispositions de cette loi, on peut, nous l'avons vu, soumettre à un régime forestier spécial, — concernant l'aménagement, l'exercice du pâturage et des droits d'usage, le régime des exploitations, — *les forêts* dont la conservation sera reconnue nécessaire au maintien des terres sur les montagnes et sur les pentes et à la défense contre les avalanches et contre les érosions et envahissement des eaux et des sables. Jusqu'en 1930, on a classé comme forêts de protection : 24.334 ha. dans les Basses-Alpes et 192 ha. dans la Drôme. Nous ne connaissons pas les chiffres des autres départements. Ces surfaces sont comprises dans les chiffres que nous avons don-

nés sous la rubrique : forêts non soumises au régime forestier. Ajoutons qu'il ne s'agit pas ici des périmètres précédemment étudiés, c'est-à-dire de domaines à reboiser, mais de forêts existantes.

Il nous paraît intéressant de donner la répartition de ces forêts particulières dans les départements alpins.

A. — *Bois particuliers non soumis au régime forestier.*

(D'après la statistique Daubrée, 1910.)

Contenance, modes de traitement.

DÉPARTEMENTS	Forêts Surface totale ha.	RÉPARTITION TOTALE				
		Impro- duc- tifs ha.	Taillis		Con- ver- sion ha.	Futaie ha.
			simples ha.	sous futaie ha.		
Basses-Alpes.....	67.606	1.977	53.643	1.813	—	10.173
Hautes-Alpes.....	27.438	1.511	18.698	63	11	7.155
Alpes-Maritimes.....	43.499	5.558	10.527	2.784	—	24.630
Drôme.....	123.485	5.077	106.959	511	1.349	9.589
Isère.....	119.987	4.364	72.957	18.903	6.000	17.763
Savoie.....	39.703	2.572	24.197	5.434	855	6.645
Haute-Savoie.....	70.418	2.717	36.407	4.397	818	26.079
Vaucluse.....	46.841	3.105	35.565	4.620	—	3.551
Total.....	538.977	26.881	358.953	38.525	9.033	105.585

75,4 %.

Les forêts communales. — Elles se partagent en deux catégories : celles qui sont soumises au régime forestier et celles qui ne le sont pas.

a) *Forêts non soumises au régime forestier.* — Elles occupent une surface de 59.485 ha., dans laquelle sont englobés 12.941 ha. improductifs, ce qui réduit l'étendue de la forêt à 47.244 ha., soit 4,4 % du total des forêts des Alpes. Comme les forêts particulières, elles sont exploitées sans aucun souci d'amélioration et se trouvent dans le même état de dégradation. Heureusement, cette surface n'est pas trop grande, comparée à celle qui est

soumise au régime forestier. Dans le tableau ci-dessous, nous donnons la répartition de ces forêts. Les chiffres proviennent de la statistique publiée en 1910. Evidemment, depuis là, elles ont pu diminuer, soit par la soumission de certaines parcelles au régime forestier, soit par un changement de propriétaire : l'Etat étant, le plus souvent, l'acheteur.

*B. — Bois communaux ou des établissements publics
non soumis au régime forestier.*

DÉPARTEMENTS	FORÊTS	RÉPARTITION TOTALE				
	SURFACE	IMPRO- DUCTIFS	TAILLIS		CONVER- SION	FUTAIES
	TOTALE		simples	sous futaie		
	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.
Basses-Alpes.....	8.048	168	2.783	312	—	4.785
Hautes-Alpes.....	8.703	956	3.505	78	—	4.164
Alpes-Maritimes...	10.112	2.372	2.332	430	—	4.978
Drôme.....	5.651	581	4.427	—	9	634
Isère.....	7.132	1.601	4.145	72	683	631
Savoie.....	8.690	2.784	2.165	358	4	3.379
Haute-Savoie.....	6.758	2.084	1.396	322	34	2.922
Vaucluse.....	4.391	1.695	2.488	201	—	7
TOTAL.....	59.485	12.241	23.241	1.773	730	21.500

b) *Les forêts communales soumises au régime forestier.* — Elles comprennent 371.402 ha., soit 34,5 % de l'ensemble boisé des Alpes, déduction faite, là aussi, des 46.786 ha. considérés comme improductifs et qui se trouvent en dehors des aménagements. Gérées par l'Administration forestière, et par suite à l'abri de toute exploitation abusive, elles sont orientées vers la production du bois d'œuvre.

Les chiffres relatifs à ces forêts et qui constituent le tableau suivant sont tout récents, sauf ceux concernant les départements de Savoie, de Haute-Savoie et de Vaucluse qui remontent à 1908. Si, pour un département, on compare les données les plus récentes avec celles de 1908, on voit que certaines d'entre elles

La propriété forestière de l'Etat. — Celle-ci est constituée par les forêts domaniales et les séries de reboisement.

Les premières sont des forêts anciennes. Elles ne représentent malheureusement, dans les Alpes, que 2,5 % du total, soit 28.855 ha. Ces forêts sont gérées par le service forestier dit ordinaire, en même temps que les forêts communales, et sont pour le moment les seules qui produisent un revenu à l'Etat.

Mais cette surface est susceptible d'être agrandie :

a) Par l'achat des forêts particulières ou communales, surtout celles qui sont menacées par une exploitation abusive ou déjà appauvries, et dont la remise ou la conservation en bon état présente un caractère d'intérêt général. C'est le cas des forêts de Côte-Belle (365 ha.), du Plays (370 ha.) dans la Drôme. L'Etat lui-même, pour ces achats, peut s'allouer une part du fonds des produits des jeux ¹⁴⁸.

b) Par rattachement aux forêts du service ordinaire de séries ou parties de séries de reboisement en assez bon état de stabilité pour ne demander que d'insignifiants travaux d'entretien. C'est le cas des séries Le Mas (86 ha.), Pierrefeu (47 ha.), Vallier (15 ha.), dans les Alpes-Maritimes, qui ont passé du service de correction des torrents au service ordinaire. Mais il paraît que cette disposition n'est pas appliquée dans toutes les Alpes. Ainsi, dans les Basses-Alpes, où il n'y a pas un service spécial de correction de torrents, les séries de reboisement et les forêts domaniales sont gérées par le même service et englobées dans les diverses statistiques sous un même chiffre, avec la dénomination de séries de reboisement.

Les séries de reboisement sont celles qui ont été constituées à la suite des lois sur la conservation et la restauration des terrains en montagne de 1860, 1864 et surtout de 1881. Dans la

¹⁴⁸ Voir la circulaire 898 de l'Administration des Eaux et Forêts.

Savoie, l'Isère et les Alpes-Maritimes, elles dépendent du service spécial de reboisement; dans les Basses-Alpes et la Drôme, elles sont gérées par le service ordinaire; dans les Hautes-Alpes, elles dépendent des deux services : le service spécial, qui s'occupe des acquisitions, des travaux de correction et d'améliorations pastorales, et le service ordinaire, qui fait tous les travaux de sylviculture.

Le tableau suivant nous donne la répartition des forêts domaniales et des séries de reboisement dans les Alpes françaises.

D. — *Bois domaniaux.*

DÉPARTEMENTS	PROPRIÉTÉS DE L'ÉTAT								TOTAL à l'État
	REBOISEMENT				FORÊTS DOMANIALES				
	Boisées	A reboiser	Non sus- ceptibles de reboi- sement	Total	Non aména- gées	Aménagées		Total	
						Produc- tives	Impro- ductives		
	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.	ha.
Haute-Savoie.....	1.675	4 ⁰	783	2.938	—	365	—	365	3.303
Savoie.....	2.774	1.386	2.128	6.288	—	987	—	987	7.275
Isère.....	8.133	2.647	4.595	15.375	—	10.148	892	11.040	26.415
Hautes-Alpes.....	19.459	6.649	17.041	43.149	—	1.731	582	2.313	45.462
Basses-Alpes.....	50.137	21.499	2.834	74.470	—	—	—	—	74.470
Drôme.....	22.286	6.079	637	29.002	1.025	8.630	425	10.080	39.082
Vaucluse.....	5.964	838	—	6.802	—	3.225	—	3.225	10.027
Alpes-Maritimes....	5.444	3.406	4.036	12.886	316	526	3	845	19.731
TOTAL.....	115.872	42.984	32.054	190.910	1.341	25.612	1.902	28.855	219.765

Les reboisements : état actuel, avenir.

Etendue totale. — Les reboisements qui, de par le sujet de cette étude, doivent retenir plus longtemps notre attention occupent 190.910 ha., dont 115.872 ha. boisés, 42.984 ha. à reboiser et 32.054 ha. non susceptibles de reboisement. La surface boisée représente 10,8 % du total des forêts alpestres et se répartit de la façon suivante :

	Boisée	A reboiser	Non susceptible de reboisement
Alpes du Nord.....	18.123	5.905	15.357
Alpes du Sud.....	97.749	37.079	16.697

Le Sud, nous le savons, comprend la plus grande partie de l'étendue des reboisements.

Essences qui les constituent. — Quant aux essences principales qui les peuplent, nous avons indiqué ailleurs approximativement les surfaces couvertes par chacune d'elles. Ainsi le pin noir d'Autriche, dans le Sud, couvre environ 40 % de la surface reboisée, soit 40.000 ha.; le mélèze, en dehors des forêts naturelles, occupe environ 15.000 ha., sinon plus; le pin à crochets, 7.000 ha.; le pin d'Alep, 900 ha.; le pin sylvestre, 6.000 ha.; viennent ensuite les autres arbres.

Importance des massifs boisés. — Comment se présentent ces reboisements au point de vue de l'étendue des massifs?

Il s'agit, nous le savons, des bois constitués par la fixation des terrains en pente où l'érosion faisait ravage; ils ont donc été installés sur des surfaces le plus restreintes possible et éparpillées sur l'étendue des territoires des communes. Ainsi ils ne pourront que difficilement former ensemble un bloc. Dans le Midi, les périmètres ont pu englober des surfaces plus étendues et constituent ainsi de grands massifs forestiers. Nous aurons donc des surfaces qui, à cause de leur emplacement sur des pentes raides difficiles, joueront seulement un rôle de protection; d'autres ne pourront pas être utilisées à cause de leur situation reculée par rapport aux routes actuelles et ne mériteront pas, en raison de leur exiguïté, qu'on envisage de grandes dépenses pour la construction de voies d'exploitation; enfin, un dernier groupe, le plus intéressant, par son étendue mérite d'être envisagé pour son intérêt économique.

Pour attirer l'attention sur l'importance de ce dernier groupe, nous avons essayé de présenter dans un tableau et de répartir par catégorie de contenance les séries de reboisement de quelques départements.

Répartition des séries de reboisement par importance de massifs

DÉPARTEMENTS	SÉRIES CONTENANT														SURFACE										
	MOINS de 50 ha.			50-100 ha.			100-200 ha.			200-300 ha.			300-400 ha.			400-500 ha.			500-1.000 ha.			AU-DESSUS de 1.000 ha.			TOTALE
	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	Nombre de séries	Etendue totale	
Alpes-Maritimes	22	368	8	530	5	788	4	953	9	3.178	2	909	1	523	2	5.637									12.886
Basses-Alpes	19	512	15	1.123	27	4.199	16	3.751	15	5.187	6	2.567	32	22.030	18	35.101									74.470
Hautes-Alpes	10	247	11	842	16	2.353	16	4.127	9	3.167	6	2.613	10	6.880	10	22.920									43.149
Drôme	9	253	9	692	20	3.162	15	3.597	5	1.706	9	4.020	16	10.545	3	5.027									29.002
Isère	21	659	41	834	12	1.169	7	1.604	4	1.347	4	1.840	6	4.124	3	3.346									15.373
	81	2.039	54	4.021	80	12.121	58	14.032	42	14.585	27	11.949	65	44.102	36	72.031									174.880

Dans ce tableau, on peut voir que le nombre et l'étendue des grandes séries ne sont pas négligeables. Nous avons donc affaire parfois à de grands massifs forestiers capables de fournir des revenus appréciables. Certaines séries atteignent des chiffres fantastiques. Ainsi, dans les Basses-Alpes, la série de Colmars comprend 4.358 ha., Moustiers 2.601 ha., Fours 3.466 ha., Uvernet 1.899 ha., Saint-Pons 1.920 ha., Allos 4.683 ha.; dans les Alpes-Maritimes, la série d'Entraunnes a 3.765 ha.; dans la Drôme, la série de Die s'élève à 2.431 ha.; dans les Hautes-Alpes, celle de Molines a 2.785 ha., celle de Guillaume-Peyrousse 3.367 ha., Montmaur 1.494 ha., La Roche-des-Arnauds 1.559 ha. Dans les Alpes du Nord, les séries sont généralement plus restreintes. Ainsi, dans l'Isère, trois séries seulement ont une étendue qui dépasse 1.000 ha. : Le Périer 1.158 ha., Tréminis 1.129 ha., Bourg-d'Oisans 1.059 ha.

Mais, répétons-le, ces surfaces énumérées peuvent être constituées d'un ou de plusieurs cantons forestiers sur le territoire d'une même commune. De plus, les chiffres ne représentent pas la surface boisée, mais la surface totale, y compris les terrains non susceptibles de reboisement.

Cependant, ce tableau ne manque pas d'intérêt, il donne une idée générale de l'importance du reboisement, car de l'étendue des massifs forestiers dépend très souvent la valeur économique des bois.

Etat actuel des plantations. — Tout d'abord, est mise en évidence *la grande étendue occupée par le pin noir d'Autriche* : 40.000 ha. Et cela, nous savons pourquoi : il s'agissait de couvrir le plus vite possible le sol balayé par l'érosion. Or, le pin d'Autriche est l'essence qui présentait les plus grandes facilités de prise et de végétation.

D'autre part, comme les chances de réussite étaient réduites, on a pris des mesures pour parer aux échecs de la plantation; on a planté trop serré et plusieurs plants dans un même trou. Là où les plants ont pris, ils ont pris tous ensemble. Ainsi qu'on

peut le voir aujourd'hui, d'un même trou sort un nombre exagéré de sujets; nous en avons compté jusqu'à 15. *Les plantations en général sont donc trop serrées* et en souffrent.

Mais le plus grand danger qui en résulte pour ces plantations, c'est *la neige*, qui provoque aujourd'hui de grands ravages : casse, ébranche, déracine, ouvrant dans ces jeunes forêts de vastes trouées. Il faut ajouter encore ici la menace *du feu*, qui trouve après la tourmente, dans ces bois morts, un bon milieu favorable à la propagation des incendies, surtout sous le climat (sec et venteux) du Midi.

Nécessité des éclaircissements. — La question des éclaircissements de ces plantations se pose donc, et nous pouvons affirmer qu'il est plus pressant aujourd'hui d'éclaircir que de planter de nouvelles surfaces; cela, évidemment, si l'on ne veut pas compromettre l'existence des jeunes forêts. Il faut procéder à ce genre d'opération culturale le plus vite possible. L'Administration a pris déjà des mesures : on éclaircit un peu partout, mais sur une échelle trop restreinte.

Les modalités adoptées diffèrent d'après la situation des plantations et les dimensions des arbres. Le bois réalisé à la faveur des éclaircissements n'est certes pas le meilleur. Cependant, si l'opération est faite à proximité d'une route ou d'une population qui a besoin de bois, si les arbres réalisés ont une certaine importance, — elle peut être rémunératrice, — mais, le plus généralement, ces jeunes arbres sont cédés gratuitement par l'Administration en échange du travail exécuté. Enfin, il peut arriver que le travail ne puisse s'effectuer qu'au prix d'un salaire auquel il faut bien consentir, en plus de l'abandon des arbres arrachés.

Mais le problème reste, et il demande une action énergique et rapide, sur toute l'étendue des peuplements dont la vitalité est compromise.

Substitution d'essences plus précieuses. — En même temps

que la question des éclaircissements, se pose un autre problème : c'est l'avenir de ces peuplements. Les plus anciennes plantations ont aujourd'hui 70 ans. Or, on a pu remarquer que le pin noir d'Autriche ne se régénère pas de lui-même. D'autre part, on l'a considéré et on le considère comme une *essence transitoire*, devant céder la place à d'autres essences plus estimées que lui : en premier lieu, *le sapin*. On a même commencé cette substitution dans les séries de Châteauneuf-d'Oze, Manteyer, Pelleautier, Sigoyer, Montmaur, dans les Hautes-Alpes; les séries de Seyne, Saint-André, dans les Basses-Alpes, etc... Mais est-il possible de substituer partout le sapin? On sait que cet arbre « présente à peu près les mêmes exigences que le hêtre et l'accompagne dans les mêmes régions; cependant il redoute encore plus la sécheresse; aussi on peut dire qu'au Sud de la Drôme et de la Durance, le sapin ne se trouve qu'exceptionnellement dans les Préalpes et rarement dans la chaîne centrale ¹⁴⁹ ». Donc s'impose le choix d'autres arbres adaptés au climat plus sec auquel ne résiste pas le sapin.

Celui qui pourra prendre un jour plus d'extension dans les forêts méridionales est certainement *le cèdre de l'Atlas*. Il a très bien réussi sur le versant Sud du Mont Ventoux. D'après les observations faites, il est l'arbre qui convient aux Alpes méridionales, dans la zone occupée par le châtaignier et le chêne pubescens, entre 400 et 1300 m. d'altitude, suivant la latitude et l'exposition. Il résiste mieux aux incendies que les pins et surtout que le pin d'Alep et le pin maritime, il donne au sol plus de couvert et de fraîcheur; aucun végétal ligneux ou herbacé ne se maintient sous son couvert, donc pas de sous-bois; il est très peu attaqué par la chenille processionnaire qui exerce tant de ravages dans les pineraies. Il croît plus vite que les pins et constitue, à égalité d'âge, un arbre plus gros et plus élevé que les autres arbres de la région provençale. Il présente une par-

¹⁴⁹ Lenoble [64], p. 85.

faite acclimatation puisqu'il pousse vigoureux et assure une régénération abondante et spontanée ¹⁵⁰. Il a une valeur économique certaine et payante ¹⁵¹. Il est recommandé aussi pour l'enrésinement des taillis de chêne pubescens, là justement où l'on ne peut compter sur le sapin.

Un autre arbre recommandé pour l'enrésinement des taillis de chêne pubescens est le *pin laricio de Corse*. Il a donné d'admirables résultats dans les Cévennes méridionales, à la limite supérieure du châtaignier et au bas de celle du hêtre (900-1000 m.). « Bien qu'il s'agisse d'une essence relativement sensible au froid, il est possible de le propager dans les Alpes méridionales jusqu'à 1300-1400 m. d'altitude, pouvant monter un peu plus haut (1500-1600 m.) ¹⁵². » Il prend de belles formes et son bois a de la valeur.

Les autres arbres forestiers, comme le *pin maritime* et le *pin d'Alep*, seront un peu plus utilisés, mais sans être déplacés de leur aire de végétation. Le *mélèze* et le *pin à crochets* garderont toujours leur place et pourront aussi être étendus dans leur « station ».

Mais, à notre avis, il y aura longtemps encore, dans les Alpes françaises, un problème du *pin noir d'Autriche* : il couvre de vastes surfaces. Son bois n'est d'ailleurs pas tout à fait méprisable. Contrairement au pin sylvestre, il conserve une forme normale. Son bois est susceptible d'être utilisé pour la caisserie, comme poteaux de mine. On a pensé l'employer pour la fabrication de la pâte à papier, car ses caractéristiques ne sont pas très différentes de celles du sapin et de l'épicéa. Resterait à résoudre le problème au point de vue économique, qui lui permettrait la lutte contre les bois d'importation. On sait qu'aujourd'hui c'est toute l'industrie de la pâte à papier qui, en France, passe par une crise redoutable. Quant à sa régénération,

¹⁵⁰ Monchy [74].

¹⁵¹ Salvador [24], p. 218, et P. Mougín [77], p. 235.

¹⁵² Salvador [24], p. 218-219.

elle ne se fait pas d'elle-même jusqu'aujourd'hui. Il faudra donc, là où la substitution d'une autre essence capable de se régénérer naturellement n'est pas possible, se décider à remplacer la forêt exploitée de pins d'Autriche par la plantation de jeunes sujets. Ce sera plus facile que le premier établissement, évidemment.

Surfaces restant à reboiser. — Le tableau annexé, qui présente la situation des périmètres, révèle une étendue de 48.984 ha., soit 23 % de la surface des séries de reboisement qui attendent d'être reboisés. Il paraît que le rythme du reboisement (les plantations) après la guerre a beaucoup diminué. A quoi peut-on attribuer ce retard ? Aux mêmes difficultés qui retardent actuellement l'exécution des travaux dans la forêt, c'est-à-dire à la crise de la main-d'œuvre.

Equipes permanentes d'ouvriers. — La nécessité d'activer tous ces travaux de sylviculture : éclaircissement des peuplements, substitution d'essences précieuses, reboisement des surfaces restées nues, en même temps que les travaux de correction des torrents, a suggéré à l'Administration l'idée de la création d'équipes permanentes d'ouvriers. Il est facile de comprendre que des ouvriers ne soient pas attirés par les travaux forestiers, d'ailleurs rudes, qui ne les occupent que pendant un temps, tandis que d'autres chantiers industriels ou des exploitations agricoles les sollicitent pour des emplois stables. Pour le moment, l'idée des équipes permanentes, solution désirable, qui amènerait entre autres une spécialisation des ouvriers, n'est pas entrée dans le domaine de la réalisation.

Agrandissement des séries actuelles. — Enfin, le travail de reboisement est souvent retardé, gêné par la présence d'enclaves agricoles ou pastorales, que leurs propriétaires n'ont pas voulu encore abandonner à l'Administration. Il serait souhaitable cependant que ces surfaces gênantes pour l'établissement

des voies de communication, pour la circulation, la surveillance des travaux, se fondent rapidement dans les parcelles de reboisement. Ainsi se trouveraient constitués des massifs plus grands là où ils n'existent pas encore, les seuls qui, actuellement, ont un intérêt économique.

Le domaine pastoral de l'Etat. — Nous avons indiqué ailleurs que la population montagnarde, et surtout celle des Alpes du Sud, abandonne une partie de ses terrains de culture les plus impropres, les plus reculés, éloignés des routes. D'autre part, le mouvement de la population des hautes vallées vers les basses s'accroît chaque année. Ce phénomène a permis à l'Administration forestière d'acquérir une partie de ces terres abandonnées et ainsi d'agrandir les séries de reboisement.

Mais l'Etat n'a pas acquis seulement les parcelles comprises dans les limites climatiques de la zone forestière. Il a acheté même des pâturages dont la dégradation demandait des soins urgents.

Comme le mouvement de descente de la population n'est pas près de cesser, il y aura encore des surfaces abandonnées qui demanderont un propriétaire capable de s'intéresser à elles, de les utiliser. *A défaut d'autres acquéreurs*, l'Etat, par intérêt économique, doit intervenir et se constituer aussi un domaine pastoral à lui. Evidemment, à moins que d'autres nécessités, comme celles de la protection du sol sur les pentes ne l'empêchent, ces pâturages seront loués à des éleveurs de bétail. Déjà, dans les périmètres de l'Ubaye et du Haut-Verdon, de vastes surfaces appartenant à l'Etat ne pourraient pas être reboisées en raison de leur altitude.

Dès que leur état l'a permis, ces pâturages ont été loués, mais en prenant toute précaution contre le retour de l'abus. Ainsi, en mars 1930, dans la Conservation forestière de Digne (Inspections de Digne-Sud pour la vallée du Verdon et de Barcelonnette pour celle de l'Ubaye), on a mis en adjudication le droit de pâturage, pour trois ans, sur une étendue de 7.559 ha., où on

a fixé comme nombre maximum de têtes de bétail 8.300 moutons. La totalité de cette étendue (sauf 860 ha.) a été adjugée pour la somme de 78.950 fr., avec 7.650 fr. au-dessus de la mise à prix. A remarquer qu'une bonne partie des adjudicataires sont des gens des départements du Var et des Bouches-du-Rhône qui utiliseront ces pâturages pour la transhumance.

En résumé, dans les Alpes du Sud s'étendent de vastes surfaces reboisées avec une assez bonne végétation. Elles constituent une belle réserve de bois, une richesse pour l'avenir, qu'il ne sera pas difficile d'exploiter, étant donné que ces reboisements représentent de grands massifs forestiers justifiant les capitaux engagés pour la construction des routes nécessaires. De plus, la valeur de ces forêts nouvelles est susceptible d'accroissement par la substitution d'essences plus précieuses aux peuplements actuels.

« Au fur et à mesure que les massifs de création artificielle seront susceptibles de produire, que des voies nouvelles seront ouvertes, le commerce des bois se développera, des industries s'organiseront et procureront à la population un supplément de ressources ¹⁵³. »

D'autre part, les pâturages domaniaux, loués en bon état pour une période englobant plusieurs saisons, mais toujours surveillés par l'Administration, serviront en même temps les intérêts économiques de la région, des éleveurs de bétail qui les recherchent et ceux de l'Etat qui perçoit le prix de location.

La descente de la population des vallées les plus reculées vers celles du bas, qui sont plus ouvertes, plus peuplées, entraîne avec elle l'abandon des premières. Par la force des choses, étant donné le petit nombre d'habitants qui demeurent, elles deviendront purement forestières et pastorales. Le résultat sera fatal pour des vallées comme celles de l'Ubaye, en amont

¹⁵³ P. Mougin [77], p. 255.

de Saint-Paul-sur-Ubaye, de l'Ubayette, du Bachelard, du Haut-Verdon, pour la vallée d'Issole, celles de l'Asse, en amont d'Estoublon, de la Blanche, de la Bléone, en amont de Digne, de la Sasse, du Venson, etc...

Faut-il le regretter ? Assurément non. La forêt et les pâturages sont bien la vocation de celles des régions alpestres qui ne sont pas douées particulièrement pour la vie agricole ou industrielle.

CONCLUSION

Les Alpes françaises sont la région classique des torrents, et elles le doivent aux traits physiques originaux qui leur imposent, toutes rassemblées, les conditions de la torrentialité; vastes massifs, de haute altitude dans lesquels s'enfoncent des bassins aux fortes pentes, où la présence de roches affouillables et nues, balayées par les pluies torrentielles, se traduit par le spectacle affligeant des grandes déchirures béantes des torrents.

Ces montagnes, en proie au mal qui les dévore et fait même parfois courir un grand danger aux régions basses du pourtour, méritent notre sollicitude parce qu'elles sont des montagnes largement humanisées.

Certes, elles pourraient être efficacement défendues par une bonne couverture végétale et surtout par la forêt. Or, cette forêt n'est représentée d'un bout à l'autre de la chaîne, nous l'avons vu, que par des lambeaux, des taches qu'il conviendrait sans doute de rapprocher, de réunir pour reconstituer autant que possible la bande protectrice. Il faut boiser dans les Alpes françaises, quoi qu'on ait pu écrire là-dessus, et bien que nous sachions aujourd'hui que boiser n'est pas tout.

Qu'on ait pris depuis longtemps des mesures pour jeter un manteau végétal sur les parcelles des bassins mises à vif par l'érosion et qui fournissent aux torrents leurs matériaux de transport; qu'on ait même tout espéré, un moment, de cette forêt pour fixer les terrains sur les pentes, retenir les eaux sauvages et empêcher les inondations qui ravageaient périodiquement les établissements humains, cela s'explique par le mouvement d'opinion en faveur des arbres et du reboisement.

Le temps, l'examen des résultats obtenus comparés à ceux

qu'on escomptait, enfin les progrès des sciences qui collaborent à l'étude de la montagne ont fini par limiter les espérances et imposer une mise au point de cette question si controversée aujourd'hui du rôle exact de la forêt. Ce rôle peu à peu se précise et se trouve enfermé dans des limites étroites.

La forêt, en montagne, ne peut suffire dans tous les cas, d'abord parce qu'elle est largement entamée en bas par l'homme, dont les droits sont sacrés; de plus, elle est incapable de dépasser une certaine altitude au-dessus de laquelle se trouvent souvent les torrents les plus redoutables, d'où la nécessité de recourir à des travaux d'art permanents pour emprisonner le danger et favoriser, par l'installation de la pelouse alpine, en bordure de la bande forestière, « la cicatrisation des vastes plaies qui coupent la continuité du tapis des gazons ». Forêt, travaux d'art, pelouse, ne constituent pas trois groupes indépendants, mais étroitement solidaires dans leur rôle de protection de la montagne.

Puis il y a dans la nature des fléaux inévitables, des plaies qu'on ne peut guérir : contre ces maux, la forêt ne peut rien. Personne ne songe aujourd'hui à transformer à tout prix chaque torrent en un ruisseau paisible et bienfaisant. Il nous suffit de canaliser le mal pour l'éloigner des établissements humains.

Enfin, c'est un fait bien établi que, si les bois régularisent généralement le régime des torrents par une certaine capacité de rétention des eaux, ils ne peuvent pas empêcher les grandes crues, ni les inondations; les retarder parfois, oui, mais les effets restent insignifiants. Leur présence n'est efficace que par leur possibilité de retenir les matériaux entraînés, de diminuer ainsi le volume et la force vive de la masse fluide en mouvement, et par là l'importance des dégâts, qui dépendent à la fois de la force des eaux et des dépôts qu'elles abandonnent sur la zone dévastée. Il ne faudrait donc pas, par une fâcheuse tendance à l'exagération, après avoir tant cru à la forêt, nier désormais la grandeur de son rôle, l'efficacité de sa présence.

Ces certitudes acquises, que devient le reboisement des Alpes françaises ? Convient-il de poursuivre tant de travaux divers ? Les résultats certains sont-ils en fonction du mal qu'on se donne ? Pourquoi ne pas abandonner la nature à elle-même, la montagne à son évolution naturelle ? Parce que l'homme est là. Sa présence est, en effet, la seule raison de tant d'efforts contre les forces vives qui s'attaquent à la montagne.

Il ne s'agit pas d'opposer à l'évolution fatale du relief un obstacle définitif, de « restaurer » la montagne, d'annuler les lois physiques. Les plus savants médecins ne prétendent pas, en soignant un homme, le mettre à l'abri de la vieillesse et de la mort ; les forestiers, de même, n'entendent pas assurer à la montagne, par leur intervention, une durée éternelle. Le but réel du reboisement et des travaux annexes est de préserver pour un temps les disponibilités des générations présentes, de défendre par là leur droit à la vie, de conserver en bon état un sol duquel dépend leur existence, d'assurer, au moins pour un temps, leur sécurité, un bien-être relatif à défaut de la richesse.

Les forestiers ont pris à tâche de faire comprendre aux populations montagnardes l'erreur que constituait le gaspillage, ou, si l'on préfère, l'utilisation maladroite de leurs ressources. Ils leur ont enseigné une certaine prévoyance ; enfin, ils tâchent — mais c'est plus difficile — de faire germer dans les esprits, derrière les intérêts particuliers, l'idée de l'intérêt économique général du pays.

L'entreprise est considérable, mais ce n'est pas une chimère. Malgré les erreurs inévitables de détails et quelques vaines dépenses dont le temps n'a pas ratifié l'utilité, elle doit être poursuivie sans relâche. Nos méthodes ne sont plus exactement celles qui ont été appliquées au début, c'est normal : le reboisement n'est plus considéré comme le moyen unique de lutter contre la dégradation des terrains, ni même toujours comme le meilleur. Il n'importe. Nous travaillons aujourd'hui en accord avec l'état actuel de nos connaissances et de nos possibilités. Les progrès de la technique et des sciences, en général, ne peu-

vent manquer d'étendre ces possibilités, et dans l'avenir, sans nul doute, les générations prochaines trouveront après nous d'autres procédés et d'autres méthodes efficaces.

Telle qu'elle a été conduite jusqu'à ce jour, l'œuvre de « reboisement » des Alpes françaises reste une œuvre immense par le nombre et la diversité des problèmes qu'elle soulève, immense par les efforts qu'elle a déjà réclamés, immense par la somme des résultats qu'elle a obtenus. Pas plus que toute œuvre humaine, elle ne peut éviter la critique; elle n'en reste pas moins bienfaisante à tous égards.

ANNEXES

A. — Situation au 31. III. 1930 des périmètres de
(Tableaux obligatoirement communaux)

	Dénomi- nation des pé- rimètres	Consistance des périmètres					Résultats des travaux				
		Terrains à l'état			D'après la loi, etc.	Restant à acquies	Terrains				
		Dans les limites des périmètres	En dehors des périm.	Total			Naturels boisés	Parcours sur des tr.	A reboiser	Non sus- cept. de re- bois.	à refect.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alpes Maritimes	Var supérieur	1212	3439	4651	6757	5545	79	1492	586	2494	303
	Var moyen	899	1622	2521	3594	2695	186	1341	809	185	82
	Vésuvie	206	4	210	762	556	5	120	73	12	29
	Tinée	321	1661	1982	4249	3928	1	422	284	1275	254
	Roya et Beron	80	4	84	271	191	18	61	1	4	5
	Pailhon	847	270	1117	2242	1399	140	934	27	16	5
	Loup	-	378	378	172	172	-	74	304	-	-
	Estéron	336	1607	1943	1741	1405	40	531	1322	50	7
	Total:	3901	8985	12.886	19.792	15.891	469	4975	3406	4036	685
Basses Alpes.	Ubaye	5589	7051	12.640	7769	2180	930	8633	1667	1410	137
	Verdon Supérieur	4470	213	4683	4470	-	-	3378	369	936	501
	Verdon Inférieur	1182	2811	3993	2220	1038	44	1396	2553	-	16
	Osse - Supérieur	1816	2909	4725	3522	1706	188	1515	3022	-	6
	Basse-Albion	1079	214	1293	1939	860	101	936	157	99	120
	Haute-Albion	3899	2778	6677	10667	6768	961	3106	2578	32	216
	Blanche	1548	75	1623	2773	1225	-	1444	158	21	72
	Verdon Supér.	11322	214	11536	13660	2338	-	8935	2601	-	494
	Verdon Moyen	2891	412	3303	4746	1855	365	2631	307	-	-
	Var Colomp	2265	339	2604	6739	4474	150	2059	359	36	-
	Osse - Supér.	3005	3496	6501	5816	2811	126	2362	3962	51	-
	Durance - Vaison	1676	3084	4760	3212	1536	357	3157	1246	-	-
	Dur. Larque	823	219	1042	3723	2900	253	698	91	-	-
	Dur. Jablon	2440	767	3207	3901	1461	100	1778	1329	-	-
Hautes Alpes.	Coulon - Tesque	152	37	189	508	356	-	173	16	-	19
	Dur. Sasse	3590	877	4467	8090	4500	522	3027	669	249	-
	Dur. Lauzon	554	673	1227	1488	934	109	703	415	-	-
	Totaux:	48.301	26.169	74.470	85.243	36.942	4206	45.931	21.499	2834	1581
	H ^e Durance	2635	6435	9070	3201	566	621	1428	1095	5928	35
	Guil	938	3	941	2702	1764	76	639	11	215	12
	Dur. Embrun	2896	174	3070	4167	1271	448	1934	16	672	369
	Dur. Luyse	3151	44	3195	3992	841	325	1779	139	952	291
	Dur. Déoule	849	391	1240	2533	1684	150	843	178	69	103
	Petit Buié	6248	323	6571	8755	2507	581	2122	2639	1229	110
	Buié - Supér.	2277	-	2277	5881	3604	433	1631	92	121	195
	Buié - Infér.	146	759	905	1347	1201	6	297	598	4	20
	Oule	146	558	704	373	227	70	325	309	-	-
	Eygues	122	266	388	447	325	13	196	179	-	-
	Drac. Supér.	9247	43	9290	12530	3283	78	4630	535	4047	235
	Drac. Séveresse	4545	949	5494	7318	2773	-	833	857	3.844	312
	Drac. Souloise	-	4	4	1794	-	3	1	-	-	-
	Totaux:	33.200	9949	43.149	55.040	21.840	2801	16.658	6649	17.041	1682

reboisement dans les Alpes françaises.
(résumés par les diverses conservations).

Dépenses effectuées						Dépenses prévues pour l'achèvement des travaux.		
Travaux			Frais généraux	Total	En acquisitions		Travaux de toute nature	Acquisition des terrains
Principaux	Correction	Auxiliaires			Dans les limites des périmètres	En dehors des périmètres		
12	13	14	15	16	17	18	19	20
159	521.768	171.290	113.083	1.274.309	57.243	152.632	3.402.330	444.618
472	342.209	113.434	547.05	1.064.817	57.314	104.305	156.032	213.757
108	114.343	36.695	15.870	238.036	9.935	400	12.581	116.670
259	97.840	53.925	58.943	348.967	18.692	98.845	296.145	316.074
301	101.496	23.456	10.836	209.089	6.395	252	113.974	21.996
208	237.229	109.499	25.747	720.683	65.971	23.083	1.449.350	472.129
467	-	29.815	6.801	88.083	-	29.935	85.752	14.429
656	93.440	52.397	37.811	421.306	23.451	141.451	382.391	237.086
1.630	1.508.325	594.510	323.816	4.370.281	239.501	550.953	6.585.974	1.836.754
1.864	4.502.515	782.343	341.079	8.057.801	1.106.793	562.325	4.366.389	195.357
3.072	23.908	125.602	42.864	595.446	407.838	15.551	204.554	-
8.085	73.072	60.918	35.942	538.017	89.641	217.589	490.792	87.073
7.738	6.828	72.241	20.263	337.070	141.494	274.029	1.471.350	83.068
3.160	236.405	102.688	71.248	683.501	153.147	11.176	145.217	76.450
2.146	431.939	292.714	166.447	1.803.246	412.831	267.566	2.189.772	559.767
5.637	165.994	231.632	64.698	1.157.961	132.985	6.872	411.259	116.906
0.162	188.628	481.073	162.002	2.361.865	951.723	20.961	910.466	198.557
8.680	281.653	190.300	53.339	1.263.972	363.489	34.297	64.793	157.313
2.238	75.823	101.879	23.505	543.445	266.853	49.382	1.474.105	88.708
1.966	187.974	112.618	58.756	711.314	233.737	345.305	2.484.725	204.241
8.053	53.091	102.864	46.519	730.527	185.956	245.782	2.089.085	136.994
2.268	14.068	11.395	7.498	120.229	74.928	20.409	2.849.315	290.320
5.586	19.070	41.326	20.647	315.624	230.098	73.674	1.195.899	144.196
0.030	5.092	3.105	1.558	31.785	14.911	3.580	274.604	35.518
518	334.273	222.023	55.547	1.433.361	305.601	63.958	4.288.190	443.985
5.554	11.238	7.604	6.094	105.500	45.249	49.605	855.034	93.449
3.762	6.616.571	2.942.330	1.178.006	20.740.669	5.118.276	2.317.063	26.270.554	2.912.402
2.078	612.460	304.783	130.672	1.774.973	697.107	229.129	608.293	-
9.036	811.964	78.056	50.775	1.199.831	194.521	1.135	144.787	359.245
7.732	2.027.584	284.897	954.249	4.268.512	654.540	14.401	50.898	90.046
0.580	723.091	287.539	116.052	1.960.262	453.192	4.381	-	45.147
0.033	27.904	86.929	22.555	286.471	108.855	33.998	582.579	242.157
0.599	286.810	241.423	121.889	1.232.921	761.241	29.795	330.553	502.301
0.368	19.001	76.173	25.338	346.880	320.940	-	629.846	443.444
0.595	18.244	6.071	3.863	66.773	17.668	66.900	553.579	256.163
0.489	789	7.189	2.752	44.219	23.198	50.860	18.281	29.750
0.440	848	1.556	802	25.646	12.285	24.646	92.728	75.728
0.429	301.943	228.346	95.195	1.407.913	1.233.493	5670	426.210	349.898
0.072	4.234	59.928	47.395	250.629	213.098	35.000	527.856	483.409
508	5.847	1.805	527	16.687	-	8	228.857	332.226
0.009	4.840.719	1.669.895	1.574.094	12.881.717	4.690.138	495.923	4.194.401	3.210.119

Département	Dénomination des périmètres	Consistance des périmètres					Résultats des travaux				
		Terrains à l'Etat			d'après la loi, etc..	Restant à acquies	Terrains				
		Dans les limites des périmètres	En dehors des périmètres	Total			Naturels boisés	Parcours par dest.	À reboiser	Non cult.	À refectionner
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Drôme	Briech supér.	510	-	510	626	116	2	215	288	5	-
	H ^{te} Drôme	4169	2039	6208	4607	438	181	5167	626	234	373
	Drôme-Bez	2959	680	3639	3178	219	246	2520	777	96	78
	Basse-Drôme	5001	5775	10776	6840	1839	4391	4452	1651	282	-
	Drôme-Rouane	826	1616	2442	1567	741	776	1070	576	20	12
	Eygues-Oule	443	2159	2602	1339	896	49	1060	1493	-	-
	Ouvèze	265	183	448	697	432	80	291	77	-	-
	Eygues	365	574	939	840	475	77	559	303	-	22
	Roubion	134	9	143	383	249	-	137	6	-	128
	H ^{te} Ouvèze	286	374	660	301	15	-	432	228	-	-
Isère	Toulourenc	-	342	342	-	-	36	306	-	-	-
	Méouge	216	77	293	1789	1573	-	239	54	-	34
	Totaux:	15174	13.828	29.002	22.167	6493	5838	16.448	6.079	637	647
	Basse-Isère	449	1526	1975	487	38	1137	235	330	273	-
	Romanche	2287	624	2911	3303	1016	294	1044	313	1260	5
	Drac-Souloise	541	12	553	541	-	2	372	149	30	3
	Drac-Bonne	2574	384	2958	2627	53	53	1311	692	902	132
	Drac-Ebron	3332	244	3576	3872	540	229	1470	605	1272	78
	Drac-Infér.	1622	749	2371	1624	2	197	1052	361	761	160
	Drac-Moyen	958	71	1029	958	-	-	737	195	97	6
Savoie	Totaux:	11763	3610	15.373	13.412	1649	1912	6221	2645	4595	384
	Romanche des H ^{tes} Alpes -		2	2	465	465	-	-	2	-	-
	Arc Supérieure	2904	166	3070	3474	570	474	818	292	1486	163
	Arc Inférieure	557	414	971	2568	2011	111	139	405	316	13
	H ^{te} Isère	1610	451	2061	1854	244	124	945	674	318	-
Haute-Savoie	Leysse	186	-	186	748	562	160	3	15	8	-
	Totaux	5257	1031	6288	8644	3387	869	1905	1386	2128	176
	4 périmètres	1105	1833	2938	2358	1253	1363	312	480	783	2
Vaucluse	3. périmètres	6345	457	6802	6907	562	682	5282	838	-	142
	Totaux généraux										
	Alpes Françaises:	425046	65.864	190.910	214.028	88.982	18.140	97732	42.984	32.054	5.299
Alpes	Alpes du Nord	31.917	7.466	39.383	44.727	12.810	4.222	13.901	5905	15357	1109
	Alpes du Sud	93.129	58.398	151.527	169.301	76.172	13.918	83.831	37.079	16.697	4.190

Dépenses effectuées							Dépenses prévues pour l'achèvement des travaux	
En travaux			Frais généraux	Total	En acquisitions		Travaux de toute nature	Acquisitions des terrains
restiers	Correction	Auxiliaire			Dans les li- mites des pa- rimet. 10	En de for- des perim.		
12	13	14	15	16	17	18	19	20
22.989	26.836	8.805	2.643	121.273	96.273	-	292.642	50.188
58.989	590.000	230.539	77.776	2.567.304	567.787	259.287	230.500	285.863
22.200	474.782	245.826	51.587	1.694.395	385.754	79.856	220.044	49.619
81.210	466.513	440.463	114.317	2.102.503	615.522	668.410	1.762.467	232.263
72.360	57.902	92.457	21.665	444.384	94.931	174.058	487.264	112.660
13.364	59.686	17.596	9.273	299.914	44.363	238.687	978.481	155.504
46.157	9.598	10.502	841	67.098	18.670	16.864	339.988	46.802
17.312	36.169	10.690	6.253	170.424	31.598	56.785	392.576	94.374
28.590	36	4.558	365	33.549	16.007	1.283	90.911	41.493
14.470	40.364	17.667	2.368	154.869	12.133	32.876	57.639	2.269
19.581	-	12.094	2.207	63.882	-	44.072	36.118	-
5.507	13.177	9.889	2.643	81.216	20.316	9.529	785.734	169.086
32.729	1.775.063	1.101.088	291.938	7.800.816	1903.451	1.586.707	6.374.364	1.240.121
22.824	1.404.366	111.777	102.266	1.741.233	57.679	111.485	167.862	37.036
23.108	814.589	175.369	98.461	1.411.527	224.187	71.243	136.224	45.195
10.002	325.562	30.547	21.301	487.412	57.083	6.400	15.496	-
21.740	1.608.363	211.663	245.832	2.787.598	161.441	22.708	84.779	6.935
42.117	838.971	229.693	98.139	1.708.920	314.968	38.157	453.666	144.629
584.147	319.130	141.754	79.967	799.298	148.823	78.548	83.171	560
75.345	152.258	77.376	17.690	522.669	103.867	12.203	222.132	-
353.583	5.463.239	978.179	663.656	9.458.657	1.068.098	640.744	1.163.330	234.355
						5.580	336.000	77.000
9.439	4.275.242	447.412	198.857	5.380.950	481.769		1.236.376	83.294
1.083	496.409	169.497	60.043	857.039	121.511		2.825.067	219.901
3.389	4.890.500	365.996	135.487	5.685.372	253.406		924.578	68.553
2.550	4.919	4.949	6.386	12.804	58.168		1.078.896	75.410
6.461	9.667.070	987.854	400.773	11.942.158	914.854		4.215.761	447.158
4.114	1.162.659	311.306	165.581	1.833.660	812.961		2.685.857	291.267
30.264	22.739	207.086	62.017	1.272.106	306.253	1618	1104.423	56.192
841.552	31.056.385	8.792.246	4.659.881	70.350.06	15.053.532	5.598.583	-	-
53.659	16.599.145	2.565.613	1.374.600	24.893.017				
487.893	14.457.240	6.226.633	3.285.281	45.457.047				

**B. — Liste des principales espèces végétales à employer
dans le gazonnement et l'embroussaillement
des berges et des terrains nus,**

d'après M. BERNARD,

Cours de restauration des montagnes.
Ecole nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 1927.

A. Pour les clayonnages et les boutures¹.

Salix alba L. (Saule blanc). — Espèce des régions basses; délaissés de torrents, éboulis frais.

Salix daphnoides Vill. (Saule daphné). — Espèce de montagne, à croissance vigoureuse; à n'employer qu'au-dessus de 1200 m. et jusqu'à 1900 m. en terrains frais.

Salix incana Schrank. (Saule drapé). — Espèce montagnarde et sub-alpine; terrains assez frais, déjections des torrents, éboulis.

Salix purpurea L. (Saule pourpre). — De la plaine jusqu'à 1800 m.; ne craint pas les expositions chaudes.

Salix grandifolia Ser. (Saule à grandes feuilles). — Espèce subalpine; bouturage et marcottage assez difficiles; garnit bien les éboulis.

Salix caesia Vill. (Saule bleuâtre). — Ne descend guère au-dessous de 1800 m. Optimum vers 2000 m. Ravins et éboulis frais; bord des eaux au-dessus de 1800 m.

Salix hastata L. (Saule hasté). — Ne descend guère au-dessous de 1800 m. Optimum vers 2000 m. Ravins et éboulis frais; bord des eaux au-dessus de 1800 m.

Salix arbuscula L. (Saule arbrisseau). — Ne descend guère au-dessous de 1800 m. Optimum vers 2000 m. Ravins et éboulis frais; bord des eaux au-dessus de 1800 m.

Populus alba L. (Peuplier blanc). — Régions basses, au-dessous de 800 m. Se bouture mal. Employer des drageons.

¹ Les altitudes indiquées sont des valeurs moyennes; elles s'appliquent aux régions de Gap et de Briançon.

Populus tremula L. (Peuplier tremble). — Depuis la plaine jusqu'à 1800 m. Se bouture très mal; employer des drageons.

Populus nigra L. (Peuplier noir). — Depuis la plaine jusqu'à 1500 m. Bouturage facile; employer aussi les drageons.

B. Pour l'embroussaillage.

a) Dans toutes les Alpes et les Pyrénées :

Alnus incana Willd. (Aune blanche). — Depuis la plaine jusqu'à 1750 m. Se maintient dans les terrains secs. Tous terrains. Se bouture mal; se marcotte bien. Employer des plants et des drageons.

Alnus viridis Chaix. (Aune vert). — Sols siliceux, frais, humides de la haute montagne (région subalpine et bordure inférieure de la zone alpine). Se bouture mal; se marcotte bien. Employer des drageons et des semis naturels.

Populus alba L., *tremula* L., *nigra* L., — Voir aux clayonnages et boutures.

Saules divers. — Voir aux clayonnages et boutures.

Hippophae ramnoides L. (Argousier). — Basse et moyenne montagne. Se plaît dans les sols mouvants et meubles même assez secs. Employer les drageons.

Cytisus alpinus Mill. (Cytise des Alpes). — Jusqu'à 1750 m. Eboulis et sols rocheux secs; calcaires de préférence.

Cerasus avium Moench. (Merisier). — Régions basse et moyenne, jusqu'à 1500 m. Terrains calcaires de préférence, éboulis.

Cerasus avium Moench. (Merisier). — Régions basse et moyenne, jusqu'à 1500 m. Terrains calcaires de préférence, éboulis.

Cerasus mahaleb Mill. (Bois de Sainte-Lucie). — Sols calcaires, chauds, jusqu'à 1100 m.

Aria nivea ou *Sorbus aria* Crantz. (Alisier blanc). — De la plaine jusqu'à 1800 m. Craint les sols compacts ou humides.

Robinia pseudacacia L. (Acacia, Robinier). — Terrains siliceux ou calcaires meubles, frais, profonds, jusqu'à 1500 m.

Voir la note à la fin du § A, Clayonnages.

b) Dans les régions où le climat méditerranéen se fait sentir (Dauphiné méridional, Provence, Pyrénées orientales) :

Ononis fruticosa L. (Bugrane). — Jusqu'à 1700 m.

Prunus brigantia Vill. (Prunier de Briançon). — Jusqu'à 1700 m.

Juniperus sabina L. (Genevrier sabbine). — Sols calcaires, pierreux, chauds. Jusqu'à 1500 m. Croissance lente.

Coriaria myrtifolia L. (Corroyère). — Coteaux et basses montagnes de la France méridionale; craint le froid. Sols marneux, frais et fertiles. Très buissonnant et drageonnant; employer des plants et des drageons.

Alnus cordata Desf. (Aune à feuilles en cœur). — Basses montagnes méditerranéennes. Sols pierreux, moyennement frais; bord des torrents.

Arctostaphylos uva-ursi L. (Busserolle, Raisin d'ours). — Région moyenne; éboulis calcaires, aux expositions chaudes.

C. Pour le gazonnement en général.

Anthyllis vulneraria L. (Anthyllide vulnéraire. Trèfle jaune). — Sols calcaires; jusqu'à l'étage alpin.

Anthyllis montana L. (Anthyllide de montagne). — Terrains calcaires, rocheux.

Lotus corniculatus L. (Lotier corniculé). — Sols agricoles; jusqu'à l'étage alpin.

Trifolium alpinum L. (Trèfle alpin). — Etage subalpin supérieur et étage alpin.

Trifolium pratense L. (Trèfle des prés). — Sols agricoles; jusqu'à l'étage subalpin.

Onobrychis sativa Lamk et *Montana* D. C. (Sainfoin ordinaire et variété de montagne). — Sols calcaires secs, jusqu'à 1800 m.

Hedysarum obscurum L. (Sainfoin des Alpes). — Pierrailles calcaires ou marneuses, jusqu'à 1900 m.

Laserpitium Galicum L. (Laser de France). — Calcaires et marnes, secs et chauds.

Laserpitium siler L. — Eboulis et pierrailles calcaires chauds.

Centranthus angustifolius D. C. (Valériane rouge). — Calcaires et éboulis.

Plantago alpina L. (Plantain des Alpes). — Sols siliceux ou décalcifiés; étages subalpin et alpin.

Calamagrostis sylvatica D. C. — Eboulis en sols siliceux frais; étages montagnard et subalpin.

Calamagrostis argentea D. C. (la Bauche). — Eboulis calcaires et marnes sèches, même aux expositions chaudes; altitudes moyennes.

Calamagrostis montana Host. — Eboulis calcaires assez frais; étages montagnard et subalpin.

(Les diverses espèces de bauche et *Calamagrostis* se propagent surtout par éclats.)

Sesleria caerulea L. — Eboulis et rocailles, calcaires secs. Xérophile jusqu'à 2800 m.

Phleum michelii, *P. Allioni*. — Subalpiné et alpine. Terrains secs, calcaires.

Festuca ovina L. (Fétuque ovine). — Sols siliceux; région moyenne, même aux expositions chaudes.

Avena elatior L., *Arrhenatherum elatius* Mert. et K. (Fenasse, fromental). — Sols frais; régions basses et moyennes.

Bromus erectus Huds. — Sols calcaires chauds; régions basses et moyennes. Meilleure espèce pour constituer un gazon.

Salix retusa L., *Serpyllifolia* Scop., *Reticulata* L., *Myrsinites* L., *Herbacea* (Saules alpins). — Pierrailles et moraines humides des hautes montagnes, à partir de 2000 m.

D. Pour le gazonnement des terres noires (marnes liasiques, oxfordiennes, calloviennes, aptiennes notamment).

Diplotaxis repanda G. G., *D. humilis* G. G. (Chou des terres noires).

Gypsophila repens L. (Gypsophile rampante).

Alsine lanceolata Mert. et Koch. (Alsine lancéolée).

Hedysarum obscurum L. (Sainfoin des Alpes).

Astragalus onobrychis L. (Astragale sainfoin).

Astragalus aristatus L'Hérit. (Astragale à épines).

Onobrychis montana D. C. (Sainfoin de montagne).

Astragalus monspessulanus L. (Astragale de Montpellier).

Onobrychis saxatilis Lamk. (Sainfoin des rochers).

Lotus corniculatus L. (Losier corniculé).

Ononis fruticosa L. (Bugrane frutescente).

Laserpicium gallicum L. (Laser de France).

Hieracium staticifolium All. (Epervière à feuilles de statice).

Plantago serpentina Vill. (Plantain à longue racine).

Rumex scutatus L. (Renouée à feuilles rondes).

Avena elatior L. (Fromental, fenasse).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Abréviations.

- R. G. A.* Revue de Géographie alpine, Grenoble.
R. E. F. Revue des Eaux et Forêts.
A. S. A. Annales de la Science agronomique française et étrangère.
E. A. Annuaire de la Société française d'Economie alpestre.
B. F. C. Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté.
A. E. F. Annales de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts et de la Stat. de rech. for.

1. ALVERNY (Ad.). — Les limites alpines. *A. S. A.*, 4^e série, p. 273-294. Paris, Berger-Levrault, 1914.
2. Annuaire de la Société française d'Economie alpestre (années 1921-1927). Paris, Berger-Levrault.
3. ARBOIS DE JUBAINVILLE (D'). — Influence exercée sur le régime des eaux par la substitution du pin sylvestre aux bois feuillus dans la forêt domaniale de Saint-Amand. *R. E. F.*, Berger-Levrault, 1869, t. 8, p. 131.
4. ARBOS (Ph.). — Evolution économique et démographique des Alpes du Sud. *E. A.*, Chambéry, Dardel, 1921, p. 36-49.
5. ARBOS (Ph.). — La vie pastorale dans les Alpes françaises. Etude de géographie humaine. Paris, Arm. Colin, 1922, 718 p.
6. Association pour l'Aménagement des montagnes (Annuaire). Grenoble, Aubert, 1929, 71 p.
7. ASTRE (G.). — Les inondations de mars 1930 dans le Sud-Ouest de la France et leurs conditions géologiques. *Bull. de la Soc. d'Histoire nat. de Toulouse*, t. LIX, 1930, p. 223-236.
8. BÉRAUD. — De l'assèchement des terres par le pin maritime et le pin sylvestre. *R. E. F.*, 1870, t. IX, p. 113 et suiv.
9. BERNARD. — Cours de restauration des montagnes (Ecole nationale des Eaux et Forêts, Nancy), 1927, fasc. 1-2, 788 p., planches.
10. BLACHE (J.). — Volume montagneux et érosion fluviale. *R. G. A.*, Grenoble, Allier, 1928, t. XVI, fasc. 2, p. 455-497.
11. BLANCHARD (R.). — Les Alpes françaises. Paris, A. Colin, 1925, 212 p., 23 figures ou cartes.
12. BOURDEAUX (H.). — Code forestier et Code rural (petite Collection Dalloz). Paris, Dalloz, 1930, 25^e éd., 384 p.

13. BRIOT (F.). — Etude sur l'économie alpestre et l'application de la loi de 1882 à la restauration et à l'aménagement des pâturages. Paris, Berger-Levrault, 1896.
14. BRIOT (F.). — Les torrents des Alpes (du déboisement des montagnes en général). *R. E. F.*, Paris, Berger-Levrault, 1905, p. 202-215, 257-271.
15. BRIOT (F.). — Nouvelles études sur l'économie alpestre. Paris, Berger-Levrault, 1907, 324 p., 5 cartes, 100 pl.
16. BRIOT (F.). — Du reboisement des montagnes. *E. A.*, Chambéry, Dardel, 123, p. 92 et suiv.
17. BUFFAULT (P.). — La capacité rétentionnelle de la forêt, son action sur les sources et les cours d'eau. *R. E. F.*, 1909, t. 48, 4^e série.
18. BUFFAULT (P.). — L'association dauphinoise pour l'aménagement des montagnes. *R. E. F.*, 1929, n° 9.
19. BURGER (A.). — Assèchement du sol par les bois résineux. *R. E. F.*, 1869, t. VIII, p. 266 et suiv.
20. CARRIER (M.). — Le reboisement. Rapport présenté au Conseil nat. Ec. B. F. C., Besançon, Jaques, 1928, n° 6, p. 345-368.
21. Carte géologique de la France, 1 à 1.000.000.
22. CÉZANNE (E.). — Etude sur les torrents des Hautes-Alpes. Paris, Dunod, 1872, t. II, 382 p.
23. CHALULEAU. — Les Sociétés coopératives de reboisement. *R. E. F.*, 1929, n° 8, p. 527-533.
24. Congrès forestier international de Grenoble en 1925. Le problème forestier. Paris, Presses Universitaires, 1926, 586 p.
25. Congrès national du bois et ses dérivés tenu à Lyon en 1928. Lyon, Noireclerc, 1928, 640 p.
26. DAUBRÉE (L.). — Statistique et atlas des forêts de France. Paris, Imp. Nationale, 1912, deux tomes.
27. DEMONTZEY (P.). — Etude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes. Paris, Impr. Nationale, 1878, 415 p., planches.
28. DEMONTZEY (P.). — Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes. Paris, Rothschild, 1882, 2^e éd., 500 p.
29. DEMONTZEY (P.). — Le reboisement des montagnes et l'extinction des torrents. Paris. Adm. des deux revues. Extrait de la *Revue scientifique*, 45 p.
30. DEMONTZEY (P.). — L'extinction des torrents en France par le reboisement. Paris, Impr. Nationale, 1894, t. I, 462 p., 32 pl.; t. II, monographies, 127 pl.
31. DESCOMBES (P.). — Le reboisement et le développement économique de la France. Paris, Berger-Levrault, 1918, 117 p.
32. EBERMAYER (D^r). — Influence de la forêt et de la consistance des peuplements sur le degré d'humidité du sol et sur la quantité d'eau infiltrée. *A. S. A.*, Paris, Berger-Levrault, 1889, t. I, f. 3, p. 423-454.
33. Ecole nationale des Eaux et Forêts. Cours de géographie forestière, 253 p. lit.

34. Exposition de la Houille blanche et Congrès forestier intern. de Grenoble, 1925. Situation des forêts et des travaux de restauration dans les bassins des cours d'eau torrentiels du Sud-Est de la France (graphiques établis par l'Adm. E. F.). Paris, Presses Universitaires, 1926.
35. Fédération française d'Economie alpestre. *L'économie alpestre* (Annuaire, années 8-10). Paris, Berger-Levrault, 1928-1929-1930.
36. FLAHAULT (Ch.). — La mise en valeur des terres pauvres par le reboisement. Montpellier, Roumégons, 1920.
37. FLICHE (P.). — Un reboisement. Etude botanique et forestière. *A. S. A.*, Paris, Berger-Levrault, 1888, t. I, fasc. 2 et 3, p. 297-348.
38. FRON (A.). — Economie sylvo-pastorale. Forêts, pâturages et prés-bois. Paris, Hachette, 1907.
39. FRON (A.). — Améliorations pastorales. *B. F. C.*, Besançon, Jacques, 1925; Mars, p. 29-34.
40. GEX (F.). — La lave de Pontamafrey (Maurienne) du 2 juillet 1924. *R. G. A.*, t. XII, 1924, fasc. II, p. 469-478.
41. GUIGNIER (E.). — De l'influence des forêts sur le régime des eaux. *B. F. C.*, 1901.
42. GUYOT (Ch.). — Le régime pastoral. *R. E. F.*, 1899, août.
43. GUYOT (Ch.). — Cours de droit forestier. Paris, Lucien Laveur, 1912, t. III, 768 p.
44. GUYOT (Ch.). — Aperçu des travaux de la deuxième section du Congrès forestier international de Paris, 1913. (Extrait du *B. F. C.*, n° 3, 1913.)
45. GUYOT (Ch.). — Le reboisement et la conservation des forêts privées. (Commentaire de l'art. 3 de la loi du 2 juillet 1913 et du titre II du décret du 26 novembre 1918.) Paris, Berger-Levrault, 1920, 38 p.
46. HENRY (E.). — Les forêts et les eaux souterraines dans les régions de plaines. *A. S. A.*, Paris, Berger-Levrault, 1898, t. I, 2^e série, p. 1-24.
47. HENRY (E.). — Les forêts de plaine et les eaux souterraines. (Expériences faites en France, 1900-1902.) *A. S. A.*, 1902-1903, t. I, p. 403-422.
48. HENRY (E.). — Sur le rôle de la forêt dans la circulation de l'eau à la surface des continents. (Extr. du *Bull. de la Soc. de Sciences de Nancy*), 1906, 26 p.
49. HUFFEL (G.). — Economie forestière. Paris, L. Laveur, 1910, 2^e édit., t. I, 340 p.
50. HUFFEL (G.). — Le mouvement forestier à l'étranger (Station de recherches forestières suisse). *R. E. F.*, 1920, n° 9, p. 249-254.
51. HUFFEL (G.). — Influence de la forêt sur le régime des eaux, d'après les travaux de la station de recherches forestières suisse. Rapport et notes techniques. Annexe du fasc. 51. Paris, Impr. Nat., 1920-1921.
52. HUFFEL (G.). — Le mouvement forestier à l'étranger. (Publication de la station de recherches suisse). *R. E. F.*, 1928, n° 2, p. 90-100.
53. HUFFEL (G.). — Le mouvement forestier à l'étranger (Notes sur le XV^e volume des Annales de la Station de recherches for. suisse). *R. E. F.*, 1930, n° 10, p. 801-812.

54. HULIN (V.). — Les avalanches. *Annuaire de la Soc. des Touristes du Dauphiné*, 1911 et 1912.
55. HULIN (V.). — Les résultats du reboisement dans le département de l'Isère, 1928 (Extrait du *Bulletin de la Soc. scientifique de l'Isère*), 12 p.
56. HULIN (V.). — Nouvelles expériences relatives à l'action de la forêt sur le débit des cours d'eau. *R. E. F.*, 1929, n° 11, p. 755-762.
57. HULIN (V.). — Les améliorations pastorales en montagne. *A. E. F.*, Nancy, Berger-Levrault, 1930, t. III, fasc. 2, p. 193-226.
58. JOBEZ. — La forêt et le pâturage boisé. *B. F. C.*, Besançon, Jacques, 1919, n° 1, p. 15-18.
59. JOLYET (A.). — Influence asséchante des forêts résineuses. *R. E. F.*, 1869, t. VII, p. 353 et suiv.
60. JOUFFROY (A.). — Du reboisement des berges des torrents. *R. E. F.*, 1869, t. VIII, p. 203 et suiv.
61. LACHAUSSÉE (M.-E.). — Travaux d'améliorations pastorales. *B. F. C.*, 1925, n° 2.
62. LAFOSSE (H.). — Sur le rôle des forêts au point de vue des services indirects. *A. S. A.*, 1902-1903, t. II, fasc. 2, p. 288-312.
63. LENOBLE (F.). — Les limites de végétation de quelques espèces méditerranéennes. *R. G. A.*, 1921, t. IX, fasc. 3, p. 457-470.
64. LENOBLE (F.). — La légende du déboisement des Alpes. *R. G. A.*, 1923, t. XI, fasc. 1, p. 1-116, 6 fig.
65. LENOBLE (F.). — a) La valeur économique du reboisement des Alpes méridionales. *R. G. A.*, 1924, t. XII, fasc. 1, p. 1-29; b) Remarques complémentaires sur la question du déboisement et du reboisement des Alpes. *R. G. A.*, 1926, t. XIV, fasc. 1, p. 187-213.
66. MARCHAND. — Les torrents des Alpes. *R. E. F.*, 1871, t. X, p. 77 et suiv.
67. MARIÉ-DAVY. — Evaporation du sol et des plantes. Influence des forêts sur le régime des eaux. *R. E. F.*, 1869, t. VIII, p. 289 et 403; t. IX, p. 18.
68. MAUGIN (Amédée). — Influence des forêts sur le régime des eaux. *R. E. F.*, t. VIII, p. 355 et suiv.
69. MATHIEU (A.). — Flore forestière. Paris, Baillière, 1897, 4^e édit., 705 p.
70. Ministère de l'Agriculture. Restauration et conservation des terrains en montagne. Paris, Impr. Nationale, 1911, 1 et 2 volumes, 387 p., 108 pl.
71. MONCHY. — Les reboisements en cèdre et propagation de cette essence dans l'Inspection d'Avignon. Travaux du Congrès intern. de Grenoble, 1925. Paris, Presses Universitaires, 1926, p. 290-296.
72. MOUGIN (P.). — Influence des forêts sur la perméabilité du sol et sur le régime des eaux. *R. E. F.*, 1869, t. VIII, p. 456 et suiv.
73. MOUGIN (P.). — Etude sur l'application de la loi du 4 avril 1882. *R. E. F.*, 1901, 1^{er} et 15 avril et 1^{er} mai.
74. MOUGIN (P.). — La correction des torrents en Savoie. Extr. du *B. F. C.*, n° 7, 1904, 11 p.

75. MOUGIN (P.). — Les torrents de la Savoie. Grenoble, Grands Etabl. Imp. Générale, 1914, 1.251 p.
76. MOUGIN (P.). — La question du déboisement des Alpes. *R. G. A.*, 1924, t. XII, fasc. 4, p. 497-545.
77. MOUGIN (P.). — Le reboisement des Alpes méridionales. *R. G. A.*, 1925, t. XIII, fasc. 2, p. 215-264.
78. NIETZTHORN. — Influence asséchante des forêts résineuses. *R. E. F.*, 1870, t. IX, p. 26 et suiv.
79. OTOTZKY (M.). — Influence des forêts sur les eaux souterraines. Excursion hydrologique de 1895 dans les forêts des steppes. *A. S. A.*, 1897, t. II, fasc. 3, p. 455-477.
80. OTOTZKY (M.). — *Idem*. Excursion de 1897 dans les forêts septentrionales. *A. S. A.*, 1899, t. II, fasc. 2, p. 300-316.
81. OTOTZKY (M.). — Le niveau de l'eau souterraine sous bois et hors bois en 1902 dans les landes de Gascogne. *A. S. A.*, 1907, 3^e série, fasc. 1, p. 115-119.
82. PARDÉ (M.). — Le régime du Rhône (Etude hydrologique). Lyon, Pierre Masson, 1925, vol. 1, 887 p.
83. PARDÉ (M.). — Périodicité des grandes inondations et crues exceptionnelles. *R. G. A.*, 1928, t. XVI, fasc. 2, p. 499-519.
84. PARDÉ (M.). — La forêt et les cours d'eau. Résultats des expériences. *R. G. A.*, 1930, t. XVII, fasc. 1, p. 189-200.
85. RALPH PEARSON. — Le niveau de l'eau souterraine dans ses rapports avec la forêt. *A. S. A.*, 1907, 3^e série, fasc. 1, p. 104-115.
86. REURE LORIN (DE). — Etude sur la mise en valeur des pâturages en France (Présentée au Congrès international de Sylviculture à Rome en 1926).
87. REY (F.). — L'exploitation pastorale dans le département de la Savoie. Chambéry, Dardel, 1930, 92 p.
88. RISLER (E.). — Influence des forêts sur le régime des cours d'eau. *R. E. F.*, 1870, t. IX, p. 18 et suiv.
89. ROCHEBRUNE (R. DE). — La torrentialité en Savoie et les méthodes de correction. Besançon, Jacques, 1929.
90. SAUVAN (E.). — L'évolution économique du Haut-Diois. *R. G. A.*, 1921, t. IX, fasc. 2, 104 p.
91. SIMIAN. — Du saule et de son emploi dans les reboisements. *R. E. F.*, 1869, p. 405 et suiv.
92. SORNAY (J.). — Alpes de Savoie (Les forêts de Savoie). Besançon, Jacques, 1929.
93. SORNAY (J.). — Déboisement. Inondations. Reboisements. *B. F. C.*, 1930, n° 6, p. 394-397.
94. SURELL (Al.). — Etudes sur les torrents des Hautes-Alpes. Paris, Carilian Geury, 1841, 280 p.
95. TESSIER (L.-F.). — Le problème de l'influence de la forêt sur les inondations au Congrès de Milan en 1906. *R. E. F.*, novembre 1908.

96. THIÉRY (E.). — Restauration des montagnes. Correction des torrents. Reboisement. Paris, Béranger, 1914, 2^e édit., 480 p.
97. TOKUTARO HIRATA. — Contribution au problème de la relation entre la forêt et l'eau au Japon. *Compte rendu V. H. R. E. F.*, 1929.
98. TOLSKY (A.). — Les forêts de plaine et les eaux souterraines (Expériences faites en Russie, 1901-1902). *A. S. A.*, 1902-1903, t. I, p. 397-403.
99. UN TOURISTE. — Reboisement et inondations. *Annuaire de l'Assoc. dauphinoise pour l'aménagement des montagnes*. Grenoble, Aubert, 1929, p. 53-57.
100. VENEL (DE). — Les barrages sur les torrents. *R. E. F.*, 1862, t. I, p. 321 et suiv.
-

VU ET LU :

Grenoble, le 27 mai 1931.

*Le Doyen de la Faculté des Lettres
de l'Université de Grenoble,*

ED. ESMONIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Grenoble, le 28 mai 1931.

*Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,*

HENRY GUY.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	v

CHAPITRE I

Les causes de dégradation des montagnes.

Etage forestier et étages déboisés.....	2
Les terrains dégradés.....	3
Les conditions du ravinement torrentiel.....	4
Pente.	
Roches.	
Eaux (régime de pluies torrentielles).	
Etat de la couverture végétale.	
Action abusive de l'homme.	

CHAPITRE II

Le domaine à reboiser dans les Alpes françaises.

Terrains dégradés.....	17
Bassins de réception.	
Berges.	
Cônes d'éboulis.	
Versants menacés.	
Cônes de déjections actifs.	
Etendue dégradée dans les Alpes.	
Terrains stables.....	23
Terrains abandonnés.	

CHAPITRE III

La législation.....

Nécessité d'une législation.	27
Loi de 1860.	
Loi de 1864.	
Critique des lois de 1860 et 1864.	
Loi de 1882 :	
1. a) Travaux obligatoires exécutés par l'Etat.	
b) Travaux obligatoires exécutés par les propriétaires	
mêmes.	

2. Travaux facultatifs.	
3. Mesures préventives :	
a) Mise en défense.	
b) Réglementation des pâturages communaux.	
4. Ensemble de la loi de 1882 et son application.	
Modification de la loi de 1882.	
Loi du 16 août 1913.	
Loi de protection pour les anciennes forêts.	
Réglementation des pâturages en montagne.	
Améliorations pastorales.	
Loi de finances du 31 juillet 1920.	
Exécution des améliorations pastorales :	
a) L'Etat.	
b) Sociétés forestières et pastorales de propagande.	

CHAPITRE IV

Correction et reboisement : principes et méthode
des travaux.

A. La défense passive.....	43
B. Naissance de la méthode rationnelle.....	44
Les travaux de correction.....	46
Torrents à affouillement.	
Emissaires des glaciers.	
Torrents à clappes.	
Torrents mixtes.	
Résumé.	
Le reboisement.....	51
La forêt et son rôle.	
Répartition géographique de la végétation dans les Alpes fran- çaises.	
Choix des essences à employer.	
1. Reboisement des terrains stables :	
a) Essences indigènes : châtaignier, chêne vert, chêne rouvre, pédonculé, pubescent, pin maritime, pin d'Alep, pin sylvestre, pin à crochets, épicéa, mé- lèze, pin cembro.	
b) Arbres exotiques : pin noir d'Autriche, cèdre de l'Atlas, etc.	
2. Reboisement des terrains nus instables; embroussaille- ment.	
Ordre d'exécution des travaux.....	75

CHAPITRE V

Les travaux.

Sur la limite supérieure de la végétation forestière.....	77
Torrents qui ont leurs bassins de réception, en tout ou partie, au-dessus de la limite actuelle des forêts.....	83
Torrents de moyenne montagne.....	95
Cas anormaux et incurables.....	99
Les glissements :	
Glissements de versants.	
Glissements de bassins entiers.	
Glissements de la forêt en paquets.	
Les clappiers.	
Les émissaires des glaciers.	
Les avalanches.	
Autres cas difficiles :	
Les versants pierreux.	
Les berges raides.	
Les terres noires.	
Les terrains de nature glaciaire.	
Les gypses du Trias.	
Alluvions torrentielles encombrantes.	
Gazonnement et améliorations pastorales.....	129
Le but.	
Les faits.	
La nécessité des améliorations pastorales dans les Alpes du Sud.	
Le concours et l'activité des sociétés de propagande.	
Diversité des travaux et nécessité de leur entretien.....	141
Le problème du reboisement.....	142

CHAPITRE VI

Les résultats du reboisement.

Analyse du tableau des périmètres.....	144
Surfaces : boisées, à reboiser, non susceptibles de reboisement.....	146
Les dépenses effectuées.....	149
Le rendement des dépenses engagées.	
Torrents éteints, en cours de correction et restant à corriger.....	151
Les dégâts évités.....	153
La forêt et le régime des eaux.....	154
Le domaine des travaux forestiers : ses limites.....	162

CHAPITRE VII

Le reboisement alpestre et les produits forestiers.

Les forêts françaises.....	167
Etendue.	
Domaine forestier de l'Etat.	
Forêts appartenant aux communes et aux établissements publics.	
Forêts appartenant aux particuliers.	
Nécessité de l'extension de la forêt française.	
La forêt alpestre.....	170
Etendue et taux de boisement.	
Nature de propriétaires.	
Essences des forêts alpestres.	
Le régime cultural.	
Valeur marchande de la forêt alpestre.	
Les forêts particulières.	
Les forêts communales :	
Forêts communales non soumises au régime forestier.	
Forêts communales soumises au régime forestier.	
La propriété forestière de l'Etat :	
Forêts domaniales.	
Séries de reboisement.	
Les reboisements : état actuel, avenir.....	184
Etendue totale.	
Essences qui les constituent.	
Importance des massifs boisés.	
Etat actuel des plantations.	
Nécessité des éclaircissements.	
Substitution des essences plus précieuses : le sapin, le cèdre de l'Atlas, le pin laricio de Corse.	
Surfaces restant à reboiser.	
Equipes permanentes d'ouvriers.	
Agrandissement des séries actuelles.	
Domaine pastoral de l'Etat.	
Résumé.	
CONCLUSION	195
ANNEXES	199
Tableau concernant la situation des périmètres au 31 mars 1930.	
Liste des principales espèces végétales à employer dans le gazonnement et l'embroussaillage des berges et des terrains nus	
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	205
TABLE DES MATIÈRES.....	211

